

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
Carrera de Ingeniería Agronómica**

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DEL AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD “MANCHA NEGRA DEL TALLO”, QUE ATACA AL TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. TUMBACO, PICHINCHA.

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

DANNY ALEJANDRO BURGOS TORRES

QUITO – ECUADOR

2014

DEDICATORIA

*Mira que te mando que te esfuerces y seas valiente;
No temas ni desmayes, porque tú Dios estará contigo
Dondequiera que vayas. Josué 1.9*

*ESTA TESIS SE LA DEDICO A MI PAPITO Y A MI MAMITA;
SI SOY ALGO EN ESTA VIDA ES POR USTEDES, LOS AMO CON TODO
EL CORAZÓN.*

AGRADECIMIENTOS

A todos los que conforman la querida Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Escuela de Ingeniería Agronómica por haberme brindado sus conocimientos, amistad, y apoyo incondicional en todo el transcurso de mi carrera.

A mis Padres: Danny Burgos y Mónica Torres; por su sacrificio en el día a día y su amor incondicional; ustedes son mi orgullo y ejemplo a seguir; pilares fundamentales para la realización de este proyecto llamado Danny Burgos hijo.

A mis hermanos: Carlos y Mónica amigos inseparables, siendo los salvavidas en los momentos más difíciles.

Al Ingeniero Hugo Orellana, al cual tengo el privilegio de decirle mi amigo, mi maestro, gracias por compartir sus conocimientos y anécdotas; y hacer que este ensayo fuera posible.

Al Ingeniero José Ochoa, por brindarme su apoyo y ayuda en los momentos más oportunos para la culminación del presente ensayo.

A mis amigos: Sebastián, David, Ezequiel, Darío, Rodrigo, Mishel, Luis, Edison, Ricky, Bocha, Caro, Mayra, Karla, Santiago, y muchos otros con los cuales tuve el gusto de compartir los mejores y peores momentos de mi carrera, gracias por estar ahí.

AUTORIZACIÓN DE LA AUTORIA INTELECTUAL

Yo, DANNY ALEJANDRO BURGOS TORRES. En calidad de autor del trabajo de investigación o tesis realizada sobre **"IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DEL AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD "MANCHA NEGRA DEL TALLO", QUE ATACA AL TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. TUMBACO, PICHINCHA."** **IDENTIFICATION, CHARACTERIZATION AND CONTROL OF THE AGENT OF THE DISEASE "BLACK STAIN IN THE STEAM" THAT ATTACKS THE TOMATOE (*Solanum lycopersicum*), UNDER GREENHOUSE CONDITIONS. TUMBACO, PICHINCHA.**

Por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o de parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor me corresponden, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Tumbaco , 27 de febrero del 2014.



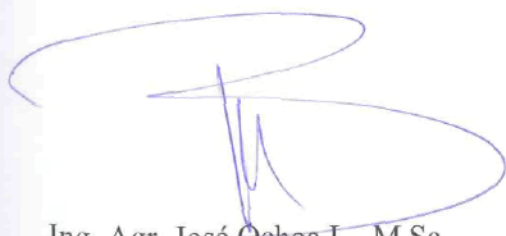
C.C. 171950253-4

danny_b_urtor@hotmail.com

CERTIFICACIÓN

En calidad de tutor del trabajo de graduación cuyo título es: **“IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DEL AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD “MANCHA NEGRA DEL TALLO”, QUE ATACA AL TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. TUMBACO, PICHINCHA.”**, presentado por el señor Danny Alejandro Burgos Torres, certifico haber revisado y corregido por lo que apruebo el mismo.

Tumbaco, 27 de febrero de 2014

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'J' and 'O' followed by a vertical line and a small flourish.

Ing. Agr. José Ochoa L., M.Sc.

DIRECTOR DE TESIS

Quito, 27 de Febrero del 2014

Ingeniero Agrónomo.
Juan León Fuentes
**DIRECTOR DE CARRERA DE
INGENIERÍA AGRONÓMICA**

Presente.

Señor Director:

Luego de las revisiones técnicas realizadas por mi persona del trabajo de graduación **“IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DEL AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD “MANCHA NEGRA DEL TALLO”, QUE ATACA AL TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. TUMBACO, PICHINCHA.”** llevada a cabo por parte del señor egresado: Danny Alejandro Burgos Torres de la Carrera de Ingeniería Agronómica, ha concluido de manera exitosa, consecuentemente la indicada estudiante podrá continuar con los trámites de graduación correspondientes de acuerdo a lo que estipula las normativas y disposiciones legales.

Por la atención que se digne dar a la presente, reitero mi agradecimiento.

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'J' and 'O' followed by a horizontal line.

Ing. Agr. José Ochoa L., M.Sc.

TUTOR

**IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DEL AGENTE CAUSAL
DE LA ENFERMEDAD “MANCHA NEGRA DEL TALLO”, QUE ATACA AL
TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*), BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO. TUMBACO, PICHINCHA.**

APROBADO POR:

Ing. Agr. José Ochoa L., M.Sc.

TUTOR DE TESIS

A large, stylized handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop at the top and a vertical stroke with a hook at the bottom, positioned above a horizontal line.

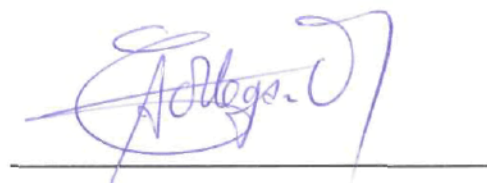
Ing. Agr. Juan León., M.Sc

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "J. León", positioned above a horizontal line.

Ing. Agr. Carlos Ortega., M.Sc.

PRIMER VOCAL

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Carlos Ortega", positioned above a horizontal line.

Ing. Agr. Juan Pazmiño G., M.Sc.

SEGUNDO VOCAL

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Juan Pazmiño", positioned above a horizontal line.

CONTENIDO

| CAPÍTULO | | PÁGINAS |
|-----------|--|-----------|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1 | Objetivos | 2 |
| 2. | REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 | Importancia económica y nutricional del tomate de mesa | 3 |
| | Ubicación Taxonómica del Tomate de mesa (<i>Solanum</i> | |
| 2.2 | <i>lycopersicum</i>) | 5 |
| 2.3 | Morfología del tomate de mesa | 5 |
| 2.4 | Fenología y ciclo del cultivo | 7 |
| 2.5 | Manejo del cultivo | 8 |
| 2.6 | Enfermedades | 12 |
| 3. | MATERIALES Y MÉTODOS | 26 |
| 3.1 | Características del sitio experimental | 26 |
| 3.2 | Materiales | 26 |
| 3.3 | Factores en estudio | 30 |
| 3.4 | Análisis Estadístico | 32 |
| 3.5 | Variables y métodos de evaluación | 33 |
| 3.6 | Fase de identificación del agente causal | 37 |
| 3.7 | Fase de control del agente causal | 38 |
| 4. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 41 |
| 4.1 | Fase I: Identificación del agente causal | 41 |
| 4.2 | Fase II: Caracterización del agente causal | 42 |
| 4.3 | Fase III: Control del agente causal | 44 |
| 5. | CONCLUSIONES | 79 |
| 6. | RECOMENDACIONES | 80 |
| 7. | RESUMEN | 81 |
| 8. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 83 |
| 9. | ANEXOS | 87 |

LISTA DE ANEXOS

| ANEXOS | PÁG. |
|--|------|
| 1. Pruebas bioquímicas y medios de cultivo específicos realizados a la bacteria en estudio (<i>Pseudomonas spp</i>). | 87 |
| 2. Fotografías de los ensayos preliminares realizados a nivel de laboratorio para cumplir los postulados de Koch en la bacteria en estudio (<i>Pseudomonas spp</i>). | 90 |
| 3. Fotografías de plantas de tomates de mesa con manchas características de la enfermedad bacteriana en estudio localizadas en los invernaderos de horticultura del CADET. | 92 |
| 4. Fotografías del ensayo preliminar realizado en el invernadero de Fitopatología del CADET, para obtener las condiciones ambientales ideales para el desarrollo de la bacteria en estudio. | 93 |
| 5. Fotografías de los síntomas de la bacteria <i>Pseudomonas spp</i> en su etapa inicial en los tallos de tomate de mesa después de ser inoculados en forma artificial en el invernadero de fitopatología del CADET. | 94 |
| 6. Fotografías de los síntomas ocasionados por <i>Pseudomonas spp</i> en las hojas de las plantas de tomate de mesa después de ser inoculados en forma artificial en el invernadero de fitopatología del CADET. | 95 |
| 7. Fotografías de los síntomas ocasionados por <i>Pseudomonas spp</i> en los frutos de las plantas de tomate de mesa después de ser inoculados en forma artificial en el invernadero de fitopatología del CADET. | 96 |
| 8. Fotografías con las diversas expresiones en las cuales se observaron los síntomas ocasionados por <i>Pseudomonas spp</i> en las plantas de tomate de mesa después de ser inoculadas artificialmente en el invernadero de Fitopatología del CADET. | 97 |
| 9. Fotografías del ensayo para la fase de caracterización de la enfermedad ocasionada por la bacteria <i>Pseudomonas spp</i> en el cultivo de tomate de mesa. | 100 |

ANEXOS**PÁG.**

| | | |
|------------|---|-----|
| 10. | Fotografías de la fase de control del agente causal de la enfermedad mancha negra del tallo ocasionada por <i>Pseudomonas</i> spp en el cultivo de tomate de mesa en el invernadero de fitopatología del CADET. | 103 |
| 11. | Fotografías de los tratamientos controlados a base de Complejos pirrolnitricos + células vivas. | 104 |
| 12. | Fotografías de los tratamientos controlados a base Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas. | 105 |
| 13. | Fotografías de los tratamientos controlados a base de Ácido Oxolínico al 20 %. | 106 |
| 14. | Fotografías de los tratamientos controlados a base Sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina. | 107 |
| 15. | Fotografías de los tratamientos controlados a base Hidróxido de cobre + mancozeb. | 108 |
| 16. | Fotografías de los tratamientos controlados a base de PS9. | 109 |
| 17. | Fotografías de los tratamientos Testigo más Inóculo; Testigo Absoluto. | 110 |
| 18 | Fotografías de la ubicación de los tratamientos en el Invernadero de Fitopatología del CADET. | 111 |

LISTA DE CUADROS

| CUADROS | PÁG. |
|--|------|
| 1. Superficie, Producción y Rendimiento a nivel Provincial de tomate de mesa | 4 |
| 2. Bactericidas que se utilizaron para combatir al agente causal de la enfermedad “mancha negra del tallo en tomate”, aplicados en diversas épocas. Tumbaco, Pichincha. 2012. | 31 |
| 3. Análisis de la varianza de bactericidas específicos para el control del agente causal de la mancha negra del tallo en tomate riñón (<i>Solanum lycopersicum</i>); a diferentes periodos de aplicación Tumbaco, Pichincha. 2012. | 32 |
| 4. Análisis de la varianza de los datos promedios de los porcentajes de infección registrados en el cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicon</i>) inoculados con <i>Pseudomonas</i> , para evaluar biocidas contra la enfermedad mancha negra del tallo. Tumbaco, Pichincha. 2013. | 45 |
| 5. Promedios y pruebas de significación de la severidad de ataque en el cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 47 |
| 6. Promedio de la severidad de ataque en 4 periodos para la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad “mancha negra del tallo” que afecta al tomate de mesa. Tumbaco, Pichincha. 2013. | 52 |
| 7. Análisis de varianza del número y peso de frutos que produjeron las plantas del cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 55 |
| 8. Promedios y pruebas de significancia para cuatro variables en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 57 |
| 9. Análisis de varianza del número y peso de frutos que produjeron las plantas del cultivo de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) en el segundo corte de producción en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 63 |

- | | | |
|------------|---|----|
| 10. | Cuadro de promedios y pruebas de significancia para cuatro variables en el segundo piso de producción del cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 66 |
| 11. | Tratamientos que obtuvieron los mejores resultados en el análisis de las variables del cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>), para evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 77 |

LISTA DE GRÁFICOS

| GRÁFICOS | PÁG. |
|--|------|
| 1. Porcentajes de infección promedios registrados a los 7 días de la inoculación en el ensayo “evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo”, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 46 |
| 2. Esquematización de los datos promedios de infección ocasionados por <i>Pseudomonas</i> a plantas de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>), tratadas con diversos biocidas. Datos registrados luego de 15 días de la inoculación. Tumbaco, Pichincha. 2013. | 49 |
| 3. Datos promedios de infección que presentaron los tratamientos a los 21 días de inoculación en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad “mancha negra del tallo” que afecta al tomate de mesa. Tumbaco, Pichincha. 2013. | 51 |
| 4. Datos promedios de la severidad de ataque registrados a los 33 días de la inoculación de <i>Pseudomonas</i> a las plantas del cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 54 |
| 5. Incremento de la severidad de ataque de la bacteria <i>Pseudomonas</i> , al cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 54 |
| 6. Datos promedios de los números de frutos en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 56 |
| 7. Datos promedios de los pesos totales de los frutos obtenidos en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad “mancha negra” del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 59 |
| 8. Datos promedios de los pesos de frutos de segunda categoría cosechados en el primer piso de producción, del cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>), en la evaluación de biocidas para el control de la Enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 60 |
| 9. Datos promedios de los pesos de frutos de tercera categoría, primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (<i>Solanum lycopersicum</i>), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. | 61 |

GRÁFICOS

PÁG.

10. Regresión y Correlación entre Número de frutos y Severidad de ataque a los 33 días de la inoculación, en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. 61
11. Regresión y Correlación entre Peso total de frutos y Severidad de ataque, en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. 62
12. Promedio de número de frutos, segunda piso de producción, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. 65
13. Datos Promedios de los pesos totales de los frutos, obtenidos en el segundo piso de producción, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad “mancha negra del tallo”, Tumbaco, Pichincha. 2013. 69
14. Datos promedios de los pesos de frutos de segunda categoría cosechados en el segundo piso de producción, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. 71
15. Promedio del peso de los frutos tercera categoría, segundo piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. 72
16. Regresión y Correlación entre Número de frutos y Severidad de ataque, en el segundo piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. 73
17. Regresión y Correlación entre Peso total de frutos y Severidad de ataque, en el segundo piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013. 74
18. Número total de frutos, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la

enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

75

GRÁFICOS

PÁG.

19. Peso total de frutos, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

76

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y CONTROL DEL AGENTE CAUSAL DE LA ENFERMEDAD “MANCHA NEGRA DEL TALLO”, QUE ATACA AL TOMATE DE MESA (*Solanum lycopersicum*), BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO. TUMBACO, PICHINCHA.

RESUMEN

Se investigó sobre una enfermedad bacteriana que ataca al tomate de mesa bajo invernadero, ensayo hecho en la Universidad Central del Ecuador, CADET; en tres etapas; Identificación: Utilizando material vegetal enfermo se realizaron los postulados de Koch, pruebas bioquímicas y medios específicos para determinar el género concluyéndose que este era *Pseudomona*. Caracterización: Se inocularon plantas con la bacteria para evaluar el periodo de incubación y edad de susceptibilidad; estableciéndose que el tomate es susceptible en cualquier etapa fenológica y la incubación varia de ocho a veinte días. Control: se inocularon plantas con la bacteria, las cuales fueron tratadas con biocidas en épocas diferentes para su control; evaluándose: La severidad de ataque en cuatro periodos, número y peso de frutos hasta el segundo piso de producción; destacándose los tratamientos con base en Complejos pirrolnitrinicos más células vivas e hidróxido de cobre más Mancozeb®, ambos aplicados cada cuatro días.

DESCRIPTORES: TOMATE RIÑON, SOLANUM LYCOPERSICUM, ENFERMEDADES DE LAS PLANTAS, IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN, CONTROL, BIOCIDAS, ÉPOCAS.

IDENTIFICATION, CHARACTERIZATION AND CONTROL OF THE AGENT OF THE DISEASE "BLACK STAIN IN THE STEAM" THAT ATTACKS THE TOMATO (Solanum lycopersicum), under greenhouse conditions. TUMBACO, PICHINCHA.

SUMMARY

An investigation was done about a bacterial disease that attacks the table tomatoes that grows in greenhouses; this trial was conducted at the Central University of Ecuador in the Faculty of Agricultural Sciences. This investigation has developed three phases:

Identification: sick plant material was obtained and Koch's postulates were applied, biochemical tests and specific methods were performed to determine the genre it belongs concluding that it was a *Pseudomonas*.

Characterization: Table tomato plants were inoculated with the bacteria under study at different times, to evaluate the incubation period and the age of susceptibility, establishing that the tomato is susceptible at any phenological stage and the incubation period varies from eight to twenty days and depending on the conditions of humidity and optimum temperature for the growth of the bacteria .

Control: Again plants were inoculated with the bacteria under study, which were treated with biocides at different times, to control the disease and evaluating at the same time the severity of attack into four periods , number and weight of fruit until the second floor production; highlighting treatments based on Complex pirrolnitrinicos plus living cells and copper hydroxide plus mancozeb ® , both applied every four days.

DESCRIPTORS: TOMATO, SOLANUM LYCOPERSICUM, PLANT DISEASES, IDENTIFICATION, CHARACTERIZATION, CONTROL, BIOCIDAS, TIMES.

1. INTRODUCCIÓN

Se considera que a nivel internacional, las hortalizas junto con las frutas ocupan en nuestros días el segundo lugar de los productos agropecuarios, apenas aventajadas por los cereales. Se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la producción en el mundo: la papa y el tomate de mesa, lo cual nos indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial (Jones *et al.*, 2001).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC en el año 2010 en el país existían alrededor de 2 837 ha sembradas de tomate riñón, con una producción de 53 518 TM al año. Al respecto, en los últimos años, a lo largo del callejón interandino del país dicho rubro se ha popularizado debido a su valor de consumo en fresco, su valor nutricional, y por sus propiedades preventivas contra el cáncer al poseer dos potentes antioxidantes.

Esto ha hecho que la producción del tomate de mesa se tecnifique, utilizando invernaderos para el control de las condiciones ambientales adversas que presentan los sectores productores, así como la utilización de variedades más productivas y sugestivas para el consumidor (Jaramillo *et al.*, 2007).

En consecuencia al uso de invernaderos la producción y rendimiento del tomate de mesa se ha incrementado considerablemente, ya que las condiciones ambientales para el desarrollo de la planta son los óptimos, pero esto trajo consigo problemas fitosanitarios ya que la modificación del ambiente también favoreció al desarrollo de enfermedades que en campo abierto no afectaban de la forma tan agresiva como lo hacen en condiciones de invernadero (Blancard, 2011).

Entre estos problemas fitosanitarios, se destaca la mancha negra del tallo que disminuye hasta en un 50 % la producción de tomate de mesa, enfermedad ocasionada por bacterias, esto se deduce por los síntomas que presenta la planta como son manchas que en su inicio son aguachentas de color verde oscuro que con el paso del tiempo cambian a un color Marrón oscuro.

Diversas investigaciones han determinado que esta mancha puede ser ocasionada por ciertas bacterias que por su similitud en los síntomas son muy difíciles de diferenciar; entre estas bacterias encontramos a *pseudomonas* que ocasiona el “pardeamiento difuso del tallo”, así como *pectobacteria* sp. Causante del “pardeamiento extensible y homogéneo del tallo” (Blancard, 2011).

Enfocándonos en nuestro país y siendo más específico en el callejón interandino se observa que esta enfermedad es uno de los principales problemas que aquejan a pequeños y medianos agricultores, que para controlar y enfrentar dicha enfermedad enfocan gran parte de sus recursos sin obtener buenos resultados debido al desconocimiento y confusión que existe con esta enfermedad, llegando a confundírsela muchas veces con problemas ocasionados por hongos u otros patógenos, gastando recursos económicos de forma innecesaria que a mas de traer problemas económicos a los productores también acarrear problemas de salud tanto para los

productores como para los consumidores ya que el uso inadecuado e indiscriminado de fungicidas contaminan a las plantas y al ambiente.

En base a estos argumentos la presente investigación tiene como finalidad, identificar el agente causal que ocasiona la mancha negra del tallo que afecta al tomate de mesa cultivado bajo invernadero, así como caracterizar dicha enfermedad determinando las etapas donde la planta es más susceptible al ataque de la bacteria, observando los síntomas que ocasionan en cada uno de los órganos de la planta, y como último punto encontrar la forma más adecuada de control utilizando una diversa variedad de productos bactericidas, y de esta forma poder recomendar el mejor de estos a todo el sector productor de tomate de mesa.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

- Identificar y caracterizar en condiciones de invernadero, a la enfermedad “mancha negra del tallo” que afecta al cultivo de tomate de mesa en los invernaderos del CADET.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar a nivel de género el agente causal de la enfermedad presente en los invernaderos del CADET.
- Caracterizar al patógeno causante de dicha enfermedad.
- Seleccionar a los biocidas más eficaces para combatir al patógeno.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia económica y nutricional del tomate de mesa

El tomate, es después de la patata, la hortaliza más consumida en el mundo, tanto fresco como después de transformación. Se cultiva en todas las latitudes en condiciones muy variadas (climas, modos de producción), lo que demuestra una gran plasticidad original y revela la eficacia del trabajo de los seleccionadores.

La producción mundial de tomates ha progresado regularmente durante el siglo XX y se ha incrementado considerablemente en las tres últimas décadas. Ha pasado de 48 millones de toneladas en 1978 a 74 millones de toneladas en 1992, 89 millones en 1998 y ha alcanzado 124 millones en 2006 (Blancard, 2011).

Es apreciado por su frescura y constituye la base o guarnición de todo tipo de platos, crudo como cocido. Su utilización en salsas es antigua, en particular en Italia. La industria de transformación propone preparaciones numerosas y variadas: concentrado, jugo, tomates pelados, tomates triturados, etc. Debido a su nivel de consumo relativamente alto, el tomate interviene en gran parte en el aporte de vitaminas y sales minerales en la alimentación.

Según Jaramillo *et al* (2007), el tomate es una rica fuente de vitaminas A, B1, B2, B6, C y E, y de minerales como fósforo, potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, sodio, hierro y calcio. Tiene un importante valor nutricional ya que incluye proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico.

Composición nutricional del tomate por 100 gramos de tomate fresco:

| ELEMENTO | CANTIDAD |
|---------------|----------|
| Agua | 93.5 % |
| Proteína | 0.9 g |
| Grasa | 0.1 g |
| Calorías | 23 |
| Carbohidratos | 3.3 g |
| Fibra | 0.8 g |
| Fósforo | 19 mg |
| Calcio | 7 mg |
| Hierro | 0.7 mg |
| Vitamina A | 1.100 UI |
| Vitamina B1 | 0.05 mg |
| Vitamina B2 | 0.02 mg |
| Vitamina C | 20 mg |
| Niacina | 0.6 mg |

El tomate es rico en licopeno, pigmento que le proporciona su característico color rojo, y que también se encuentra en la sandía, la zanahoria, el albaricoque y el pomelo; la diferencia es que el tomate tiene mayor proporción de este pigmento, hasta el punto de que proporciona el 90% del necesario para el organismo.

El licopeno es el más potente de los antioxidantes, se ha demostrado que esta sustancia puede prevenir e incluso combatir el cáncer porque protege las células de los efectos de la oxidación. El licopeno se libera sobre todo al cocinarse, y por eso es bueno comerse el tomate en salsa y, en lo posible, acompañado con aceite o queso, porque así se absorbe mejor. El tomate también

posee el antioxidante glutathione, que ayuda a depurar el organismo de productos tóxicos e impide la acumulación de materiales pesados (Jaramillo *et al.*, 2007).

El consumo de tomate, entre sus propiedades, estimula el sistema inmune, lo cual ayuda a detener las enfermedades degenerativas. Es recomendado además para el manejo de enfermedades como reumatismo, gota, arteriosclerosis, parálisis, úlceras del estómago, tuberculosis, diabetes, estreñimiento, colitis, males de la garganta y el oído; también disminuye el riesgo de desarrollar cáncer de boca, páncreas, cuello uterino, próstata, pulmón y estómago. El tomate es un conocido remineralizante y desintoxicante. Además de las toxinas que expulsa debido a su efecto diurético, también se encarga de eliminar el ácido úrico y reducir el colesterol

El tomate se puede consumir en fresco o transformado, ya sea como ingrediente de sopas, pastas, salsas o condimentos, sin embargo, las características de color y sabor lo hacen mucho más atractivo para el consumo en fresco. En Colombia esta hortaliza se consume principalmente en fresco: en casi todos los platos va incluido de una manera directa o indirecta, desde la ensalada hasta el guiso (Jaramillo *et al.*, 2007).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, en el país existen alrededor de 2 837 ha sembradas de tomate riñón, con una producción de 53 518 TM al año. Al respecto, en los últimos años, a lo largo del callejón interandino del país, se ha popularizado la siembra del cultivo bajo condiciones de invernadero, debido entre otros factores, al rendimiento superior que se obtiene con este sistema de producción.

Cuadro 1. Superficie, Producción y Rendimiento a nivel Provincial de tomate de mesa

| PROVINCIA | 2011 ^{1/} | | | |
|-------------------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|--------------|
| | Superficie sembrada | Superficie cosechada | Producción en fruta fresca | Rendimiento |
| | (Ha.) | (Ha.) | (Tm.) | (Tm./Ha.) |
| Total Nacional ^{2/} | 1.688 | 1.603 | 36.221 | 22,60 |
| Azuay | * | * | 68 | * |
| Bolívar | * | * | 174 | * |
| Cañar | | | | |
| Carchi | 207 | 207 | 12.458 | 60,18 |
| Cotopaxi | 114 | 114 | 1.966 | 17,25 |
| Chimborazo | 283 | 283 | 5.026 | 17,76 |
| El Oro | | | | |
| Esmeraldas | | | | |
| Guayas | 53 | 53 | 407 | 7,68 |
| Imbabura | 401 | 398 | 8.547 | 21,47 |
| Loja | 50 | 50 | 812 | 16,24 |
| Los Ríos | | | | |
| Manabí | 170 | 115 | 1.179 | 10,25 |
| Morona Santiago | | | | |
| Napo | | | | |
| Orellana | | | | |
| Pastaza | | | | |
| Pichincha | 142 | 118 | 861 | 7,30 |
| Tungurahua | 67 | 66 | 1.101 | 16,68 |
| Zamora Chinchipe | | | | |
| Galápagos | | | | |
| Sucumbíos | | | | |
| Santo Domingo de los Tsáchilas | | | | |
| Santa Elena | 145 | 145 | 3.592 | 24,77 |
| Zonas en conflicto ^{3/} | | | | |

Fuente: INEC/ ESPAC

El cultivo de tomate riñón bajo cubierta ha despertado enorme interés especialmente en la zona central de la región interandina, en donde se maneja con cierta tecnología como ocurre en las plantaciones de la provincia del Tungurahua. A nivel nacional se cultiva 60 ha bajo cubierta, de las cuales Tungurahua cubre el 70 %; en la costa se cultiva a campo abierto en una extensión de 2223 hectáreas (INEC 2000).

2.2 Ubicación Taxonómica del Tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*)

| | |
|------------------|-----------------------------|
| Reino: | Plantae |
| División: | Magnoliophyta |
| Clase: | Magnolipsida |
| Subclase: | Asteridae |
| Orden: | Solanales |
| Familia: | Solanaceae |
| Género: | Solanum |
| Especie: | lycopersicum |
| Nombre binomial: | <i>Solanum lycopersicum</i> |
| Variedad: | NEMO-netta |

2.2.1 Características morfológicas y fenológicas de la variedad NEMO-netta

Ayres (2005) citado por Maza y Villa (2011), indica que las características de la variedad NEMO-netta son las siguientes:

Un híbrido de tomate adaptado a campo abierto o de producción para el cultivo bajo protección.

- Madurez: Medio de maduración, aproximadamente 80 días para la primera selección.
- Características de la planta: Una planta vigorosa con un hábito de crecimiento indeterminado, las plantas deben ser podadas en espaldera y con no más de dos tallos. La densidad de plantación debe ser de 17 -21 000 plantas / ha. Separación no debe ser inferior a 35 cm entre plantas. Las plantas o bien se podrían formar un solo tronco de una cadena de apoyo y luego en capas hacia abajo, o podadas a dos tallos y se despunta a una altura de 2 metros. La densidad de plantación debe estar cerca de las plantas de 3-4 / m².
- Características de la fruta: Nemo-Netta es una fruta de muy alta calidad con un peso medio del fruto de 150 a 180 g, cuando podadas a un solo tallo. Los frutos son uniformes, con forma de globo.
- Resistencia: Altamente resistente a la *Verticilium*, *Fusarium*, Virus del mosaico del tabaco (TMV), Resistencia intermedia a los nematodos, La tolerancia a los nematodos se puede descomponer con las altas temperaturas del suelo.
- Adaptado: A una amplia gama de condiciones.
- La fruta: De alta calidad, larga vida útil.

2.3 Morfología del tomate de mesa

2.3.1 Raíz

Sistema radicular Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

2.3.2 Tallo

Tallo principal Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza o cortex, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, cilindro vascular y tejido medular. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

2.3.3 Hoja

Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos.

La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

2.3.4 Flor

Es perfecta, regular e hipogina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°, de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular.

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal.

La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

2.3.5 Fruto

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

El fruto de tomate contiene de 94 a 95 % de agua; siendo el 5 a 6 % restante una mezcla compleja en la que predominan componentes orgánicos que dan al fruto su textura y sabor característico, los principales determinantes del sabor del tomate son los azúcares libres y ácidos orgánicos; sin embargo, también parecen contribuir al típico sabor del tomate la textura del fruto y otros componentes orgánicos complejos. El ambiente de cultivo puede influir marcadamente sobre la tasa de crecimiento, el cuajado de los frutos, el rendimiento y calidad del fruto (Jones *et al.*, 2001).

2.4 Fenología y ciclo del cultivo

La duración del ciclo del cultivo del tomate está determinada por la variedad y por las condiciones climáticas de la zona en la cual se establece el cultivo. La fase de desarrollo vegetativo de la planta, comprende cuatro subetapas que se inician desde la siembra en semillero, seguida de la germinación; posteriormente la formación de tres a cuatro hojas verdaderas y finalmente el trasplante a campo, con una duración aproximada de 30 a 35 días.

Posteriormente se produce la fase reproductiva que incluye las etapas de floración (que se inicia a los 25 – 28 días después del trasplante), de formación del fruto y de llenado de fruto, hasta la madurez para su cosecha, la cual se inicia en el primer racimo entre los 85 a 90 días después del trasplante. La etapa reproductiva tiene una duración de 180 días, aproximadamente. El ciclo total del cultivo es de aproximadamente siete meses (Jaramillo *et al.* 2007).

2.4.1 Temperatura

La temperatura del aire es el principal componente del ambiente que influye en el crecimiento vegetativo, desarrollo de racimos florales, el cuaje de frutos, desarrollo de frutos, maduración de los frutos y la calidad de los frutos.

Los rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 – 30 °C durante el día y 15 – 18 ° C durante la noche. Temperaturas de más de 35 ° C y menos de 10 °C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto, aunque puede haber diferencias entre cultivares, ya que las casas productoras de semillas, año con año, mejoran estos aspectos a nivel genético, por lo que hoy en día podemos encontrar variedades que cuajan perfectamente a temperaturas altas (Corpeño, 2004).

2.4.2 Humedad

La humedad relativa óptima para el cultivo de tomate oscila entre 65 - 70 %; dentro de este rango se favorece el desarrollo normal de la polinización, garantizando así una buena producción; ya que por ejemplo, si tenemos condiciones de baja humedad relativa (- de 45 %) la tasa de transpiración de la planta crece, lo que puede acarrear estrés hídrico, cierre estomático y reducción de fotosíntesis, afectando directamente la polinización especialmente en la fase de fructificación cuando la actividad radicular es menor.

Valores extremos de humedad reducen el cuajado de los frutos; valores muy altos, especialmente con baja iluminación, reducen la viabilidad del polen, y puede limitar la evapotranspiración (ET), reducir la absorción de agua y nutrientes y generar déficit de elementos como el calcio, induciendo desórdenes fisiológicos (podredumbre apical del fruto), además esta condición es muy favorable para el desarrollo de enfermedades fungosas.

Por otro lado valores muy bajos producen grandes exigencias en la evapotranspiración, lo que puede generar que la planta aumente el consumo de agua y deje de consumir nutrientes, limitando su crecimiento y acumulando sales en el medio, las cuales pueden llegar a ser un problema más, para el buen desarrollo del cultivo (Corpeño, 2004).

2.4.3 Luminosidad

La luz solar es un pre-requisito para el crecimiento de la planta. El crecimiento es producido por el proceso de fotosíntesis, el cual se da sólo cuando la luz es absorbida por la clorofila (pigmento verde) en las partes verdes de la planta mayormente ubicadas en las hojas.

El tomate es un cultivo que no lo afecta el fotoperíodo o largo del día, sus necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas; aunque requiere buena iluminación. Los días soleados y sin interferencia de nubes, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo. Por lo que esperaríamos que en nuestro medio, no se tengan muchos problemas de desarrollo de flores y cuaje de frutos por falta de luz (Corpeño, 2004).

2.4.4 Suelo

Los suelos aptos para cultivar tomate son los de media a mucha fertilidad, profundos y bien drenados, pudiendo ser franco-arenosos, arcillo-arenosos y orgánicos. El pH del suelo tiene que estar dentro de un rango de 5.9-6.5, para tener el mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se apliquen.

Contar con un buen análisis de suelos antes de la siembra, es una condición indispensable para poder manejar un plan de fertilización adecuado a los rendimientos esperados; además nos sirve para hacer alguna enmienda en el suelo; es decir, hacer las aplicaciones de cal o materia orgánica necesaria para tener las condiciones requeridas para un desarrollo normal del cultivo.

Otro aspecto que se debe de considerar cuando se decide sembrar tomate, es que donde el suelo ha sido dedicado a la ganadería, debe de tenerse cuidado con la variedad a sembrar, ya que hemos observado en todas las siembras que hemos hecho bajo estas condiciones que los problemas con enfermedades bacterianas son mayores, principalmente el ataque de *Pseudomonas* o marchites bacterial (Corpeño, 2004).

2.5 Manejo del cultivo

2.5.1 Preparación del terreno

El lote seleccionado para establecer el invernadero para el cultivo de tomate, no debe haber sido cultivado con otras especies de la misma familia botánica del tomate (solanáceas) como tabaco, ají, pimentón, berenjena, lulo, uchuva y tomate de árbol, entre otras, debido al riesgo que presentan los hongos y bacterias fitopatógenas del suelo, comunes a especies de esta familia.

Antes de iniciar la construcción del invernadero, es recomendable, si el terreno no ha sido sembrado antes o está en descanso, arar y rastrillar el lote con el fin de mejorar las condiciones físicas del suelo y controlar las malezas, principalmente gramíneas o ciperáceas. La arada y la rastrillada se deben realizar a 30 cm de profundidad (Jaramillo *et al.* 2007).

2.5.2 Trasplante

Jaramillo (2007), señala que las condiciones apropiadas para trasplantar las plántulas de tomate son las siguientes:

- Cuando la planta tenga entre tres a cuatro hojas bien formadas, o cuando su altura esté entre los 10 a 15 cm.
- Uniformidad entre plántulas en la bandeja de propagación.
- Las hojas de las plántulas deben estar bien desarrolladas, de color verde y erectas.
- Las plántulas deben presentar una coloración ligeramente púrpura en la base del tallo y debajo de las hojas.
- Plántulas bien nutridas, sin deficiencia de fósforo; esta se reconoce por la presencia de un intenso color púrpura en la superficie de las hojas.
- Las plántulas deben presentar raíces blancas y delgadas, que llenen toda la celda de arriba abajo. Las plántulas con raíces de color marrón o que no se extiendan hacia la parte inferior

del contenedor, indican que han estado creciendo con baja humedad y ello retrasa el desarrollo de las plántulas en campo.

2.5.3 Densidad de siembra

El distanciamiento y el arreglo espacial es el siguiente:

Distanciamiento entre camas 1.5 m.

Distancia entre plantas es de 30 a 45 cm, dependiendo de la población que deseamos, la época de siembra y la variedad.

Debe ser oportuna y adecuada. Es necesario considerar el análisis de suelo, el arreglo espacial y el riego, pero en general se recomienda que todos los elementos sean suministrados (Corpeño, 2004).

Es importante tener en cuenta que cuando se trabaja con altas densidades de siembra, la producción es más rápida y el ciclo del cultivo más corto, pero se presenta menor calidad y tamaño del fruto y hay mayor incidencia de enfermedades. No necesariamente, mayor número de plantas indica mayor productividad (Jaramillo *et al.* 2007).

2.5.4 Fertirrigación en el cultivo de tomate bajo invernadero

El tomate es uno de los cultivos hortícolas más extendidos en los diferentes mercados del mundo. La información para fertirrigación se encuentra entre las más completas. La fertirrigación del tomate como de cualquier otro cultivo, parte de la información obtenida de un análisis de suelos, el mismo que provee la información necesaria del estado nutricional del mismo y del aporte de los diferentes elementos que ofrece, a la nutrición del cultivo (Padilla, 2007).

Con la finalidad de conocer el ritmo de absorción de los micronutrientes a lo largo del período vegetativo del tomate, varios estudios han sido realizados a nivel de varios países, llegándose a concluir que el nitrógeno, el fósforo y el potasio mantienen una tendencia ascendente hasta prácticamente la cosecha, requiriendo más nitrógeno y fósforo en las primeras fases y más potasio en las fases subsiguientes (Padilla, 2007).

A la siembra se puede aplicar toda la dosis recomendada, pero para la fertirrigación se deben dividir las aplicaciones según las fases de desarrollo del cultivo, y se deben utilizar fuentes fertilizantes que cumplan con los requerimientos del mismo, en esa fase (Padilla, 2007).

En muchos casos no solo se aplican los tres macro elementos principales, sino que las fuentes fertilizantes traen consigo cantidades apreciables de otros elementos como magnesio, calcio, azufre, boro y zinc. Con la información presentada, se puede realizar el cálculo de las cantidades de fertilizante que deben ser disueltos en el tanque de fertilización, según los datos técnicos del cultivo (Padilla, 2007).

2.5.5 Podas

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse tres y hasta cuatro tallos (Monografía del Tomate, 2010).

2.5.6 Tutorado

Esta actividad consiste en ponerle un sostén a las plantas para el mejor manejo del cultivo y mayor aprovechamiento de los frutos. El ahoyado y colocación de los tutores se realiza inmediatamente después del trasplante; los tutores deben medir 2.5 metros o más dependiendo de la altura de la variedad y deben colocarse con un distanciamiento de tres metros entre cada uno. Las plantas se sostienen con hileras de alambre galvanizado o pita de nylon las cuales deben colocarse según el crecimiento de la planta cada 30 centímetros, es importante que las guías se vayan ordenando para evitar su caída.

Se utilizan un total de 1500 tutores por manzana y de 30-35 rollos de pita, preferiblemente color negra para no atraer insectos con las de color (Corpeño, 2004).

2.5.7 Cosecha

La cosecha empieza entre los 65 y 100 días después del trasplante y puede durar de 80 a 90 días presentando una distribución de 25 % de la producción en el primer mes, 50 % de la producción en el segundo mes y 25 % de la producción en el tercer mes (Proyecto SICA, 2008).

Para el consumo fresco o mercado local, los tomates se cosechan cuando están pintones. Si se deben transportar a largas distancias, se cosechan sazones, o sea, cuando todavía están verdes pero ya han alcanzado la madurez fisiológica.

El tomate para industria se cosecha cuando los frutos están bien maduros, aproximadamente a los tres meses después de la siembra.

Los frutos no maduros se pueden almacenar por una a tres semanas a temperaturas entre 12 y 14 ° C y con una humedad relativa entre 85 y 90 %. Los frutos maduros se almacenan por un período de cuatro a siete días a temperaturas de 7 a 10 °C y con una humedad relativa entre 90 a 98 % (Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica, 1991).

2.5.8 Producción bajo invernadero

Los invernaderos se utilizan para asegurar la producción y calidad de los cultivos, ya que en campo abierto es muy difícil mantener los cultivos de una manera adecuada a lo largo de todo el año. El concepto de cultivos bajo invernadero, representa el paso de producción extensiva de tomate a producción intensiva. Para ello, las plantas han de reunir condiciones óptimas de la raíz a las hojas.

El invernadero es una estructura, en la que las partes correspondientes a las paredes y el techo están cubiertos con películas plásticas, con la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente controlado de temperatura y humedad. Se pueden tener construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo y otras más sofisticadas con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente. Los invernaderos generalmente son utilizados para cultivos de porte alto, como tomate, pepino, pimentón, melón, flores y otras (Jaramillo *et al.* 2007).

2.5.8.1 Ventajas de la producción bajo invernadero

Protección contra condiciones climáticas extremas

Permite un control contra las lluvias, granizadas, bajas temperaturas, vientos, tempestades, calentamiento, enfriamiento, sombrero y la presencia de rocío en los cultivos.

Obtención de cosechas fuera de época

Cultivando bajo invernadero es posible producir durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas externas. Además, permite una programación entre la producción y el mercado, permitiendo cumplir oportunamente con los requerimientos del mercado local y de exportación, extendiendo los periodos de producción y mercadeo, logrando así un aprovisionamiento continuo del producto (Jaramillo *et al.* 2007).

Mejor calidad de la cosecha

Dentro de un ambiente protegido, las condiciones de producción favorecen la obtención de productos sanos, similares en forma, tamaño y madurez, más gustosos y con excelente presentación, características que estimulan sensiblemente el consumo (Jaramillo *et al.* 2007).

Preservación de la estructura del suelo

En un ambiente protegido, el suelo permanece bien estructurado, firme y no sufre las consecuencias de la erosión a causa de las lluvias o el viento, disminuye el lavado de nutrientes dentro del perfil del suelo, por lo que las plantas obtienen mayor disponibilidad de los mismos, reflejándose en mayor productividad por unidad de área.

Aumento considerable de la producción

Esta característica es la que estimula a los productores a aplicar esta técnica de producción. Una planta expuesta a diferentes factores favorables bajo invernadero, produce de tres a cuatro veces más, aún en épocas críticas, que los cultivos desarrollados a campo abierto en condiciones normales. La alta productividad, asociada a la posibilidad de producción y comercialización en la época más oportuna, compensa la inversión inicial, con ganancias adicionales para el productor.

Ahorro en costos de producción

Existe un ahorro en los costos de producción, pues se aumenta la producción por unidad de área, se produce un incremento en la eficiencia de los insumos agrícolas, disminuye el número de insumos aplicados y hay mayor comodidad en la realización oportuna de las labores.

Disminución en la utilización de pesticidas

Dentro del invernadero es posible la utilización de mallas y cubiertas para evitar la entrada de insectos, lo que permite un control más efectivo de las plagas, disminuyendo el uso de pesticidas.

Aprovechamiento más eficiente del área de cultivo

En un invernadero se puede utilizar más eficientemente el área del cultivo, ya que se pueden sembrar más plantas por metro cuadrado.

Además de las anteriores ventajas, este sistema permite hacer un uso racional del agua y de los nutrientes, realizar una programación en las labores de cultivo y de producción; la primera cosecha es mucho más precoz, lo que permite un mayor periodo de producción y, con esto, mayor productividad por planta y por unidad de área (Jaramillo *et al.* 2007).

2.5.8.2 Desventajas de la producción bajo invernadero

Alta inversión inicial

Para iniciarlo, se requiere necesariamente una infraestructura cuyo costo depende de los materiales con que se construya el invernadero, se requiere, además, una inversión para el sistema de fertirrigación.

Requiere personal especializado

Es necesario tener personal capacitado en las diferentes labores del cultivo, manejo del clima y la fertirrigación.

Supervisión permanente

El cultivo requiere monitoreo constante de las condiciones ambientales dentro del invernadero para un mejor control de plagas y enfermedades y del desarrollo productivo (Jaramillo *et al.* 2007).

2.6 Enfermedades

Las enfermedades constituyen un factor limitante en la producción de tomate en muchas partes del mundo cuando no se utilizan cultivares con resistencia a varias de ellas. Existen cerca de 200 enfermedades del tomate de diversas causas y etiologías, para cuyo control se utilizan cultivares resistentes, así como medidas de exclusión, erradicación, y protección, en el contexto de un programa de control integrado (Jones *et al.*, 2001).

Enfermedades Parasíticas

Las enfermedades parasíticas son aquellas que son causadas por bacterias, fitoplasmas, hongos, virus y viroides, nematodos, insectos y plantas fanerógamas parásitas. Para que una enfermedad pueda desarrollarse es necesaria la presencia de una parte susceptible de la planta huésped, un agente patógeno, y del ambiente adecuado, cuya interacción produce perjuicio a la fisiología de la planta (Jones *et al.*, 2001).

2.6.1 Enfermedades bacterianas

Según Blancard (2011), en las bacterias, se han catalogado unas 250 especies, biovares y patovares, que representan a 17 géneros bacterianos. Seis géneros pueden afectar más o menos gravemente al tomate: *Pseudomonas*, *Ralstonia*, *Xanthomonas*, *Clavibacter*, *Pectobacterium* y *Agrobacterium*. Las *Pseudomonas* se dividen en dos entidades: las fluorescentes (*P. syringae* pv. *tomato*, *P. syringae* pv. *syringae*) y las no fluorescentes (*P. corrugata*), en función de la formación o no, en el medio de King, de un pigmento difusible y fluorescente bajo luz UV. Entre las bacterias *Pectobacterium*, se cita esencialmente a *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, que es perjudicial en el tallo y en los frutos de tomate, a la vez durante el cultivo y durante su transporte y almacenamiento.

2.6.1.1 El chancro bacteriano (*Clavibacter michiganensis*)

El chancro bacteriano es una enfermedad importante que afecta al tomate cultivado en todo el mundo. Los ataques de chancro ocurren de forma esporádica, pero pueden llegar a ser devastadores. Los tomates pueden ser objeto de pérdidas muy severas por la enfermedad en

cualquier forma de cultivo; pero el chancro bacteriano es especialmente severo en tomate trasplantado o de siembra directa, que haya sido pinzado o podado. La enfermedad fue observada por primera vez por E. F. Smith, en Michigan en 1909 (Jones *et al.*, 2001).

Síntomas

Los síntomas inician con el decaimiento y marchites de las hojas basales, se puede ver marchites en un solo lado del tallo. Las venas de los tallos pueden reventar y así producir cáncer. Las hojas y pecíolos infectados por lo general no se caen del tallo. En forma interna los tallos presentan una decoloración vascular café o amarilla y las médulas se ponen amarillas, harinosas y huecas. Al apretar el tallo infectado aparece un líquido exudado bacteriano amarillo (Corpeño, 2004).

Las plantas son vulnerables en cualquier etapa de desarrollo. Las plántulas infectadas se mueren rápidamente o producen plantas débiles. Si las condiciones para el desarrollo de la enfermedad no son favorables las plántulas pueden generar plantas aparentemente sanas hasta que se plantan en campo. Si se practica un corte en el tallo puede observarse decoloración café en el elemento vascular.

Los síntomas se dividen en: superficiales (por colonización bacteriana de tejidos superficiales, y sistémicos (por invasión bacteriana del tejido vascular). Aparecen lesiones necróticas de hasta 6 mm de diámetro en la superficie de las hojas viejas superiores, o puntos circulares ligeramente protuberantes de 3 mm de diámetro. Pueden observarse manchas similares en tallos y pecíolos (Guía, Productores de hortalizas, Marzo 2006).

Organismo causal

El chancro bacteriano es causado por *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* (Smith) Davis *et al.*, una bacteria aerobia, gran positiva, no formadora de esporas, y no (acid-fast). Existe información diversa sobre su movilidad y encapsulación. Pero en general esta bacteria es considerada negativa respecto de estas características. Las células pueden ser pleomórficas, diminutas, cocoides, o en forma de mazo, dependiendo de las condiciones de crecimiento; aunque las obtenidas a partir de material vegetal presentan una forma de varilla característica.

Su reproducción se caracteriza por la división binaria que resulta en agregados celulares en forma de V e Y. la taxonomía de este género se basa principalmente en la presencia de ácido 2,4 diaminobutírico entre los péptidoglicanos de la pared celular. Además los ácidos grasos celulares constan fundamentalmente de ácidos grasos de cadenas ramificadas, saturados y con 15-17 átomos de carbono. Sin embargo, el compuesto característico de esta subespecie es un ácido graso insaturado, el ácido antepetadecenoico (Jones *et al.*, 2001).

Las colonias desarrolladas en agar nutritivo tienen un color amarillo característico y alcanza un diámetro de 2-3 mm en 5 días. Las colonias son lisas, y tienen márgenes completos y consistencia mantecosa; aunque el aspecto de ellas es variable, dependiendo del medio semiselectivo (Jones *et al.*, 2001).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

Normalmente la infección se da por lesiones del tejido de la planta, pero también por salpicadura de agua, uso de herramientas y equipo contaminados usados en poda, corte o trasplante.

Temperatura de 18-24 °C y humedad relativa de más de 80% favorece el desarrollo de la enfermedad (Corpeño, 2004).

Aunque relativamente esporádico en incidencia es de naturaleza tan destructiva que debe practicarse vigilancia en la selección y manejo de patrones de semilla, preparación y manejo de sustratos en invernadero, y selección y preparación del suelo para producción en campo abierto.

Es una enfermedad vascular (sistémica) y superficial con una amplia gama de síntomas que resultan en pérdida del área fotosintética, marchitez y muerte prematura, así como producción de frutos no comerciables. El organismo se transmite por la semilla y puede sobrevivir durante periodos cortos en suelo, estructura del invernadero y equipos, y por periodos más largos en residuos vegetales (Corpeño, 2004).

En las plantas de tomate entutoradas, la abrasión producida por las cuerdas hace que los síntomas del chancro puedan mostrarse inicialmente en el tallo. En trasplantes pinzados, el periodo de latencia (tiempo entre la infección y los síntomas) es de 3 a 6 semanas. Las plantas que provienen de semillas infectadas pueden morir, fallar en el cuajado del fruto, o no mostrar ninguna sintomatología.

La dispersión secundaria de la bacteria suele resultar en el desarrollo de síntomas foliares de moteado de ojo de pájaro, o de ambos; pero si la dispersión secundaria se produce al pinzar los trasplantes, tendrá lugar la infección sistemática de la planta y la posterior muerte de ésta una vez implantado el cultivo (Jones *et al.*, 2001).

Control

Utilizar semilla certificada, sana, o procedente de plantas sanas y trasplantes sanos que hayan sido sometidos a un estricto proceso de inspección, ya que no es posible distinguir las plántulas sanas de las infectadas al momento del trasplante. En invernadero, detener polinización y fumigación de alta presión para reducir el ritmo de propagación; retirar plantas infectadas y aledaños mediante el corte a ras de suelo; desinfectar ropa y calzado, herramientas y cables de sujeción con compuestos de amonio como los que se utilizan para el almacenamiento de papas.

En el campo, si se detecta la enfermedad a principios de temporada, deben ararse los suelos en zanja para prevenir propagación a campos aledaños y retirar las plantas infectadas. Deben esterilizarse las camas y suelos en invernadero para destruir la bacteria mediante vapor caliente o fumigante de suelo.

Rotar el cultivo durante al menos tres años, y eliminar malezas de la familia de las solanáceas. La aplicación de cobre puede ayudar a proteger las plantas sanas, sobre todo si solo existen síntomas superficiales (Guía, Productores de hortalizas, Marzo 2006).

2.6.1.2 Peca bacteriana (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato*)

La peca bacteriana y su agente causal fueron descritos e identificados originalmente en Taiwan y los Estados Unidos en 1933. Siendo una enfermedad cosmopolita. Esta enfermedad es favorecida por temperaturas bajas y condiciones de humedad alta. El moteado intenso en el fruto origina una gran reducción del rendimiento comercial. Durante la década pasada se ha producido un incremento en el número de informes sobre la ocurrencia de la enfermedad (Jones *et al.*, 2001).

Síntomas

En las hojas aparecen pequeñas manchas negras de 1 a 2 mm de diámetro, rodeadas de una aureola amarilla. Estas manchas pueden confluir, llegando a secar el foliolo.

También pueden aparecer manchas negras de forma irregular en tallo, pecíolo y borde de los sépalos y como resultado, las inflorescencias afectadas se caen. En cuanto a los frutos, sólo los

verdes suelen ser atacados, observándose pequeñas marcas negras hundidas (Guía, Productores de hortalizas, Marzo 2006)

Las lesiones que se forman en los folíolos presentan una coloración entre castaño oscuro y negra. Estas lesiones carecen de halo en los estados iniciales de desarrollo pero dicho halo se forma posteriormente. La lesión se extiende por toda la hoja pero es más notable en el envés que en el haz. Además, las lesiones pueden coalescer llegando a producir necrosis en grandes porciones del tejido. Los tallos, peciolo, pedúnculos, pedicelos y sépalos son igualmente afectados. En estas zonas de la planta, las lesiones tienen forma oval o elongada (Jones *et al.*, 2001).

En el follaje las manchas son de color café oscuro a negro, generalmente rodeadas por halo amarillo, las lesiones pueden ser negras con bordes amarillos en orillas de las hojas donde se juntan las gotas de agua. Grandes áreas de tejido foliar se mueren cuando se juntan estas lesiones. En los frutos las lesiones se mantienen pequeñas, como manchas superficiales. En los frutos verdes aparecen rodeadas de una aureola verde (Corpeño 2004).

Solamente los síntomas en frutos permiten diferenciar el moteado de la sarna bacteriana: *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* es origen de minúsculas manchas negras, esencialmente en los frutos verdes. Éstas son muy superficiales, ligeramente en relieve y tienen un diámetro del orden de un milímetro (menos de 3 mm como máximo). Un halo húmedo, verde oscuro, las rodea a veces. Estos moteados negros persisten en los frutos maduros rojos (Blancard, 2011)

Organismo causal

Pseudomonas syringae pv. *Tomato* (okabe) Young, Dye & Wilkie, es un bacilo aerobio estricto, gran negativo, con dimensiones 0,69-0,97 x 1,8-2,8 µm. cuando la bacteria se cultiva en medio B de King et al., las colonias producen un pigmento verde que difunde en el medio y fluoresce al ser expuesto a luz ultra violeta.

Esta bacteria es negativa para las reacciones oxidasa y arginina hidrolasa, degrada el polipectato sódico a pH 4 originando pequeñas oquedades en medios que lo contengan, es positiva para la producción de levano y para la actividad B-glucosidasa, utiliza D(-) tartrato, pero no eritrol o DL-lactato como única fuente de carbono, y causa reacción hipersensible cuando la bacteria es inyectada a alta concentración en plantas de tabaco (10^8 ufc/ml) (Jones *et al.*, 2001).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

Ataca a todas las partes aéreas de la planta: hojas, tallos, peciolo y flores. Se transmite por restos vegetales contaminados y rizosfera de muchas plantas silvestres. El viento, la lluvia, las gotas de agua y riegos por aspersión diseminan la enfermedad que tiene como vía de penetración los estomas y las heridas de las plantas.

Las condiciones óptimas de desarrollo son temperaturas de 20 a 25 °C y períodos húmedos. (Guía, Productores de hortalizas, Marzo 2006).

La bacteria además es transmitida por la semilla; aunque la implicación real de la semilla en la dispersión de la bacteria está sujeta a especulación, dicha transmisión ayuda a explicar el reciente incremento de su aparición en todo el mundo. Muchas especies de malas hierbas pueden albergar poblaciones epifitas de la bacteria tanto en la rizósfera como en el filoplano. La supervivencia de la bacteria en los suelos no tratados es de corta duración (menos de 30 días) (Jones *et al.*, 2001).

Conservación: *P. syringae* pv. *tomato* es capaz de mantenerse en el suelo o en los restos vegetales durante al menos 7 meses. En las zonas de producción, en las que esto es posible,

sobrevive en las plantas procedentes de siembras espontáneas o de rebrotes. Esta bacteria parece que puede persistir sobre las raíces y el follaje de algunas malas hierbas (*Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Hibiscus trionum*, *lamium amplexicaule*, *Portulaca oleraceae*, *Sinapis arvensis*, *Stellaria media*, *Polygonum lapathifolium*) su gama de huéspedes cultivados sería más estrecha, limitada al tomate entre los cultivos hortícolas. Esta bacteria puede estar presente sobre las semillas y perpetuarse en ellas (Blancard, 2011).

Penetración: las células bacterianas presentes en la superficie del tomate (desarrollo epífito) penetran en los folíolos por medio de aberturas naturales, como los estomas y los hidatodos, o vía diversas heridas (tricomas rotos, grietas de crecimiento, lesiones debida a los efectos de la arena o del viento). Después, la bacteria invade los tejidos (sobre todo los espacios intercelulares) y se multiplica en ellos en grandes cantidades.

Si las condiciones son muy favorables, aparecen los primeros síntomas en aproximadamente menos de una semana. En 24 horas, se producen varios millones de células bacterianas, lo que es una garantía segura para su diseminación. Señalemos que esta bacteria habría estado asociada a los pelos (glandulares o no) de los ovarios durante el periodo de antesis. Estos pelos, desaparecen progresivamente después de esta etapa, dan lugar a aberturas sobre la epidermis de los jóvenes frutos, sirviendo de sitios de infección a *P. syringae* pv. *tomato* (Blancard, 2011).

Diseminación: se produce esencialmente gracias a las proyecciones de agua, incluso a los aerosoles, que tienen lugar durante las lluvias y riegos por aspersión. Estas salpicaduras, estas micro gotitas, pueden ser transportadas a largas distancias por el viento. Así, estas células bacterianas son proyectadas hacia los otros órganos y plantas circundantes. Los obreros que trabajan y circulan en los cultivos con follaje húmedo contribuyen a su dispersión. Las semillas y plantas contaminadas aseguran también su diseminación a otras explotaciones, incluso a otras zonas o países de producción (Blancard, 2011).

Control

Para el control preventivo y técnicas culturales se aconseja: eliminación de malezas, plantas y frutos enfermos; utilización de semillas sanas o desinfectadas y trasplantes sanos, y una fertilización equilibrada, además puede efectuarse también el control químico (Guía, Productores de hortalizas, Marzo 2006).

Cuando se constatan las primeras manchas en una parcela de tomate, es desgraciadamente demasiado tarde para intervenir eficazmente: no se dispone de medidas muy eficientes para impedir la evolución de esta enfermedad (Blancard, 2011).

Se puede emplear el cobre en forma de sales para limitar la extensión de la bacteriosis: cobre, sulfato de cobre, hidróxido de cobre, óxido de cobre, oxiclورو de cobre. No tienen más que un efecto preventivo en la superficie de los órganos aéreos. Su eficacia se mejora mezclándolo extemporáneamente con un fungicida de la familia de los ditiocarbamatos, el maneb o mancozeb.

Otros productos se han empleado, o todavía se emplean, para combatir a *P. syringae* pv. *tomato*: el hipoclorito de sodio (a razón de 125cm³ de lejía con 48° clorométricos por hectárea para una utilización por la noche, ya que este producto es fotosensible), varios antibióticos y, en particular, la estreptomycin- todavía utilizable esencialmente antes de la plantación, particularmente en los Estados Unidos, pero prohibida en Francia (Blancard, 2011).

La utilización intensiva de cobre (que no es degradado en el suelo y se acumula en él) ha conducido, durante los años 1980, a la aparición de cepas más o menos resistentes a las sales de este metal, en particular en el continente americano. Además, como para el cobre, han aparecido

cepas resistentes a la estreptomicina durante los años 1960. Finalmente, conviene señalar que, en muchas situaciones, estos tratamientos no son suficientes para impedir las epidemias de moteado cuando las condiciones climáticas son favorables. Señalemos que el acibenzolar-S-metil sería utilizado ahora en varios países (Blancard, 2011).

Además de los tratamientos cúpricos, también se puede recomendar reducir los riegos por aspersión a su estricto mínimo y realizarlos durante el día, en un momento en el que las plantas se sequen rápidamente. Asimismo, conviene no trabajar ni circular en los cultivos más que cuando las plantas estén secas. Una buena ventilación de los cultivos permitirá reducir la duración de humectación del follaje y, por tanto, prevenir las infecciones y disminuir el impacto de la enfermedad (Blancard, 2011).

Será preferible la producción de plantas en cepellones; se efectuará en sustratos sanos y en diversos soportes colocados sobre tablas, en ningún caso en contacto con el suelo.

El riego por aspersión se limitará, o se organizará de modo que se consiga una desecación rápida de las plantas; se evitara manipular las plantas cuando estén todavía húmedas. Se desinfectaran las herramientas, y los obreros se lavaran las manos antes después de haber manipulado las plantas. Se desconfiará de la introducción en la explotación de plantas de origen dudoso. Conviene ser consciente de que las plantas recibidas pueden ser aparentemente sanas, pero albergar la bacteria que se expresara más tarde (Blancard, 2011).

Se realizarán varias veces tratamientos en vivero que se asocian el cobre con un ditiocarbamato, con el fin de asegurar la producción de plantas sanas. Éstas pueden ser origen de la introducción de la bacteriosis en el cultivo. La frecuencia de los tratamientos variará en función de la zona de producción y de los riesgos a los que nos exponemos. Por ejemplo, algunos técnicos preconizan tratamientos con cobre que comiencen 5 días después de la emergencia y continúen cada 4 a 5 días (Blancard, 2011).

Se evitará plantar demasiado pronto en el año, para no exponer las plantas a condiciones demasiado frías y húmedas. Hay que rechazar la proximidad de los cultivos de pimiento o de otra parcela de tomate, sobre todo si están ya infectados.

La aplicación de una mezcla de cobre y un ditiocarbamato, especialmente mancozeb, permitirá retrasar el desarrollo y la extensión de esta bacteriosis. Las pulverizaciones se deberán realizar después de la plantación y durante la estación. Será preferible tratar las plantas cuando estén secas y justo antes de que se prevean lluvias.

Varios microorganismos antagonistas, estimuladores de defensas naturales y diversos productos han sido experimentados, con más o menos éxito, con relación a las bacteriosis aéreas bacterianas, el moteado y la sarna bacteriana (Blancard, 2011).

2.6.1.3 Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*)

La mancha bacteriana está presente en cualquier lugar en el que se cultive tomate o pimiento, aunque es más importante en regiones tropicales y subtropicales, donde la cantidad de precipitación es alta o moderada. Esta enfermedad se observó por primera vez en Estados Unidos y Suráfrica en 1912 y 1914. Las pérdidas que ocurren en el cultivo son debidas tanto a la defoliación como a la severa afección de frutos que anula su valor comercial (Jones *et al.*, 2001).

Síntomas

Los síntomas se presentan en las partes aéreas de la planta. Primero se observa el oscurecimiento de las hojas, su acuosidad y puntos circulares de menos de 3 mm, las manchas se vuelven angulares y de apariencia grasa con el centro traslúcido y de orillas negras. Posteriormente el centro de las lesiones se reseca y agrieta y puede estar rodeada de un halo amarillo. Durante los períodos de alta humedad las hojas se tornan de una apariencia marchita (Corpeño, 2004).

Se distingue de la mancha negra del tomate en los síntomas del fruto, en el que aparecen manchas pequeñas acuosas que se agrandan hasta 3 a 6 mm de diámetro. El centro se vuelve irregular, café, ligeramente hundido, con superficie áspera y escamosa (Guía, Productores de hortalizas, Marzo 2006).

Lesiones parecidas se pueden ver en los demás órganos, en particular en los peciolo, el tallo y los pedúnculos. Son más frecuentemente más extensas y alargadas que en los folíolos. Cuando están presentes en los pedicelos florales, pueden caerse algunas flores (Blancard, 2011).

En un primer momento y sobre los frutos verdes, se forman lesiones grasientas, de color verde oscuro a negro. Dan lugar después pústulas acorchadas en relieve, agrietadas, que pueden alcanzar 1 cm de diámetro. A veces las rodea un halo grasiento. Los frutos afectados, destinados a la conservería, son más difíciles de pelar (Blancard, 2011).

Estas lesiones en frutos pueden confundirse con los daños ocasionados por los impactos de las bolas de granizo. Añadamos que no es raro que esta bacteria y *Pseudomonas syringae* pv. tomato ataquen al mismo tiempo en los mismos cultivos (Blancard, 2011).

Organismo causal

La mancha bacteriana es causada por *Xanthomonas campestris* pv. vesicatoria (Doidge) Dye; un bacilo móvil, aerobio estricto, gran negativo, que mide 0,7-1,0 x 2,0-2,4 µm y posee un único flagelo polar. La bacteria crece relativamente despacio en agar nutritivo, y las colonias son amarillas, circulares, lisas, con apariencia acuosa brillante. La bacteria produce ácido pero no gas, a partir de arabinosa, glucosa, sacarosa, galactosa, trealosa, celobiosa, y fructosa; también produce xantomonadinas (Jones *et al.*, 2001).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

El patógeno se propaga por semilla contaminada durante el proceso de extracción de la misma. La entrada de la bacteria en la planta se produce a través de aberturas naturales o heridas. Las hojas empapadas por rociado de alta presión contribuyen a la infección. El tiempo húmedo y las lluvias propician la difusión de la bacteria. El patógeno persiste en residuos de plantas infectadas en el suelo durante al menos un año (Guía, Productores de hortalizas, Marzo 2006).

La enfermedad se propaga fácilmente en almácigos, en campos regados por aspersión y por lluvia. Las temperaturas de 24 - 30 °C junto con riego por aspersión o mucha lluvia favorece el desarrollo de ésta (Corpeño, 2004).

El patógeno es capaz de sobrevivir en plantas de tomate espontáneas y en restos de plantas infectadas. La bacteria se dispersa entre campos de cultivo mediante gotas de lluvia transportadas por el viento, el pinzamiento de los trasplantes y los aerosoles. La invasión de la planta tiene lugar a través de los estomas y de las heridas producidas por la arena transportada por el viento, por insectos picadores, o por medios mecánicos (Jones *et al.*, 2001).

Diseminación: se efectúa gracias a las proyecciones de agua que se producen durante las lluvias y los riegos por aspersión. La parte aerosol de estas salpicaduras (microgotitas) pueden ser transportadas a grandes distancias por el viento, lo que explica que en ciertas parcelas el avance de la enfermedad se efectúe en el sentido de los vientos dominantes. Así, las células bacterianas son proyectadas a los otros órganos y las plantas del alrededor.

Los obreros que trabajan y circulan en los cultivos con el follaje húmedo contribuyen a su dispersión. Las semillas y plantas contaminadas aseguran también su diseminación. Señalemos que esta bacteria ha sido aislada a partir de varios insectos: *Aulacophora concta*, *Eucoptera praermorsa*, *Phanoroptera gracilis*, *Henosepilachna vigintioctopunctata* (Blancard, 2011).

Esta bacteria se encuentra en las zonas de producción cálidas y húmedas. Es también más bien estival y se ve favorecida por temperaturas bastante altas. Su óptimo térmico se sitúa alrededor de 26° C, con una horquilla de desarrollo comprendida entre 20 y 35 °C. Aprecia las noches cálidas, comprendidas entre 23 y 27 °C. Las noches frías, con temperaturas inferiores a los 16° C, inhiben su desarrollo. Como todas las bacterias, prefiere las fuertes higrometrías como consecuencia de lluvias, tormentas y rocíos, y de riegos por aspersión. Ocurriría lo mismo con los abonos nitrogenados excesivos (Blancard, 2011).

Control

Utilizar semilla sana o tratada; utilizar trasplantes sanos certificados; rotar los cultivos de tomate con plantas no hospederas; rociar plantas con estreptomycin antes del trasplante y aplicar una mezcla de mancozeb y cobre tras el trasplante y antes de la incidencia de la enfermedad, se recomienda enfatizar la protección durante los periodos de floración y cuajado de frutos (Guía, Productores de hortalizas, Marzo 2006).

Jones *et al* (2001), recomienda las siguientes prácticas para el control de la enfermedad.

1. Realizar rotaciones de cultivo con objeto de evitar el mantenimiento de las poblaciones bacterianas en plantas espontáneas y restos de cultivo.
2. Eliminar cualquier factor que potencie la existencia de plantas espontáneas.
3. Evitar apilar los desechos de cultivo cerca de invernaderos o campos.
4. Aplicar bactericidas o combinaciones de éstos con fungicidas que estén recomendados.

Cuando se constatan síntomas en una parcela de tomate durante el cultivo, es desgraciadamente demasiado tarde para intervenir eficazmente. No se disponen de medidas muy eficientes para impedir la evolución de esta enfermedad (Blancard, 2011).

No obstante, señalamos que la utilización intensiva de cobre y ciertos antibióticos, especialmente en viveros, ha conducido a la aparición de cepas de *Xanthomonas* tolerantes en varios estados de los Estados Unidos, México y Brasil. Por ejemplo, en este último país, se han detectado resistencias a este compuesto y a un antibiótico, el sulfato de estreptomycin, con frecuencias variables en función de las especies en *Xanthomonas gardneri*, *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* y *X. vesicatoria*. Por otra parte, numerosas cepas de *X. euvesicatoria* serían tolerantes al cobre (Blancard, 2011).

Por otra parte, se han señalado dos fuentes de resistencia a *X. axonopodis* pv. *vesicatoria* en el género *Lycopersicum*. Estas resistencias se materializan por una reacción de hipersensibilidad con relación a ciertas cepas: finalmente, a título de información, se han realizado pruebas con el agua de electrólisis ácida, conocida por sus actividades germicidas. Está presentaría una cierta eficacia con respecto a *X. vesicatoria*, como desinfectante de la superficie de las semillas o como bactericida de contacto sobre la vegetación aérea (Blancard, 2011).

2.6.1.4 Pudrición bacterial del tallo o tallo hueco (*Pectobacterium carotovora*)

La podredumbre bacteriana del tallo es causada por *Pectobacterium carotovora* subsp. *carotovora* (Jones) Bergets et al. Esta bacteria causa también podredumbre blanda en numerosas hortalizas incluyendo el fruto del tomate, tanto antes como después de la recolección. La podredumbre del tallo se produce tanto en invernaderos como en campo. El desarrollo de la enfermedad es favorecido por la poda de las plantas; por ello, la mayor incidencia de podredumbre del tallo ocurre en tomates en tutorados o cultivados en espaldera. La podredumbre del tallo se considera una enfermedad poco importante del tomate, pero puede producir pérdidas de forma ocasional (Jones *et al.*, 2001).

Síntomas

Ataca en primer lugar al tallo y se desarrolla en el interior de éste. Así, lesiones húmedas y pardas se extienden hasta la médula; ésta se licúa bastante rápidamente, y un corte longitudinal y transversal permite constatar que está hueca (Blancard, 2011).

También nos podemos dar cuenta de esta apretándola. Esta bacteria puede extenderse hasta las capas externas del tallo y degradarlas. Así, lesiones longitudinales, de color pardo a negro, cubre y rodean al tallo en varios centímetros. Los tejidos en vía de descomposición son húmedos y blandos (Blancard, 2011).

La alteración interna del tallo tiene sus consecuencias en el funcionamiento de las plantas. Especialmente en el transporte del agua y de los elementos minerales. Estos elementos son limitados, lo que provoca el marchitamiento y amarillamiento de las hojas, en particular en períodos climáticos más suaves y/o a partir de la recolección de los primeros frutos. Si las condiciones son favorables, la enfermedad evoluciona y las plantas pueden morir. Cuando estas se ven afectadas débilmente, y cuando las condiciones mejoran, podrán producir sus frutos normalmente (Blancard, 2011).

Estos síntomas en tallo, acompañados de marchitamientos, no deberán confundirse con los ocasionados por *Pseudomonas corrugata*, responsable de la médula negra.

Cuando invade los frutos, esta bacteria es origen de una podredumbre húmeda, viscosa y blanda, que conducirá a la licuefacción total de los frutos. Al final, solamente subsistirán la epidermis y algunos de los tejidos arrugados (Blancard, 2011).

Organismo causal

Pectobacterium carotovorum subsp. *carotovorum*, son células bacterianas en forma de bastoncillo y Gram -, está mundialmente extendida y ataca a una amplia gama de plantas, especialmente diversas hortalizas. Su presencia es señalada en numerosas zonas de producción del tomate repartidas en todos los continentes. En condiciones climáticas húmedas, puede provocar daños en el tallo y/o los frutos, tanto al aire libre como bajo cubierta, en el suelo como sin suelo, durante el transporte de los tomates y durante su almacenamiento (Blancard, 2011).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología.

Conservación, fuentes de inóculo: *P.carotovorum* subsp. *carotovorum* es ubicua, está presente en numerosos suelos, en los que persiste sin dificultad varios años, especialmente en los restos vegetales y en la fase acuosa. Se la encuentra también dentro de la filoflora del tomate. Polífaga, esta bacteria es susceptible de mantenerse en un gran número de huéspedes cultivados o no, sobre todo dicotiledóneas herbáceas. Ataca a numerosas hortalizas, especialmente otras Solanáceas como patata, berenjena y pimiento, que parecen más sensibles. También se la encuentra en lechugas, apio, col, albahaca, hinojo. Esta bacteria es igualmente aislada en los recipientes de lavado de los tomates destinados especialmente a la industria (Blancard, 2011).

Penetración: penetra en los diferentes órganos del tomate, y en particular en los frutos, esencialmente por las heridas (cicatriz peduncular, heridas mecánicas, daños debido a los insectos, efectos de la arena) y/o después de diferentes operaciones durante el cultivo o después de la recolección (recogida en períodos húmedo, lavado de los frutos). Es un parásito de debilidad, que pueden también presentarse secundariamente después de otros agentes patógenos. Una vez instalada, sus enzimas celulolíticas y pectinolíticas contribuyen activamente a su rápida extensión en los tejidos, que no tardaran en pudrirse y en tomar un olor nauseabundo (Blancard, 2011).

Diseminación: como numerosas bacterias, es fácilmente diseminada por el agua, de salpicaduras y de escurrimiento. Los insectos, así como los útiles durante las operaciones culturales, contribuyen a su diseminación.

Condiciones favorables para su desarrollo: son esencialmente húmedas y cálidas. Los períodos nublados y lluviosos aumentan los riesgos de proliferación de esta bacteria. Parece capaz de desarrollarse en temperaturas comprendidas entre 5 y 37 °C., situándose su óptimo entre 25 y 30 °C. en los suelos secos, cuya humedad es inferior al 40 %, el desarrollo de *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* parece que disminuye, y en ciertas condiciones desaparece (Blancard, 2011).

Un mal control de la temperatura de conservación, la presencia de numerosas heridas (daños de noctuidos, grietas de crecimiento) y la utilización de agua sucia en el lavado de los frutos favorecen los daños de esta bacteriosis durante el almacenamiento y transporte.

Las plantas muy vigorosas parecen más sensibles. Bajas relaciones potasio/nitrógeno de la solución nutritiva de los cultivos sin suelo serían más favorables para el desarrollo de los síntomas en tallo (Blancard, 2011).

Control

Es imposible controlar el desarrollo de esta bacteria una vez que esté presente en el tallo del tomate. Sin embargo, se pueden emplear ciertas medidas para controlar la médula negra. En primer lugar, convendrá eliminar rápidamente las plantas enfermas. También se pondrá todo el interés en reducir la higrometría de la vegetación y evitar al máximo que el suelo este demasiado húmedo.

Por tanto, se evitara los riesgos por aspersión; si no es posible proceder de otro modo, los riesgos se realizaran mejor por la mañana que por la tarde, con el fin de que las plantas se sequen rápidamente durante el día. Recordando que podrán tener ciertos riesgos particularmente hacia la recolección, sobre todo si las aspersiones no han sido bien programadas en el tiempo (Blancard, 2011).

Las cubiertas deben estar bien aireadas, para que la vegetación se seque después de las condensaciones nocturnas o de un riego por aspersión (Blancard, 2011).

No se trabajará en las parcelas cuando las plantas estén mojadas: los riesgos de transmisión de bacterias por contacto son entonces altos (Blancard, 2011).

Se eliminará al máximo de restos vegetales en la recolección, y se evitara enterrarlos en el suelo, ya que *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* se mantiene en él relativamente bien (Blancard, 2011).

2.6.1.5 Marchitez bacterial (*Pseudomonas solanacearum*)

La marchitez bacteriana es una enfermedad de tomate bastante severa en muchas zonas cálidas, templadas, subtropicales y tropicales del mundo. La enfermedad es también conocida como (la marchitez bacteriana sureña). La incidencia de la enfermedad puede variar desde unas cuantas plantas dispersas o zonas de infección en campos donde existe una infestación natural baja y errática, hasta un 50% o más en campos cultivados en zonas meridionales con una alta infestación natural. La marchitez bacteriana causa una muerte rápida de las plantas (Jones *et al.*, 2001).

Síntomas

Los primeros síntomas de la marchitez bacteriana consisten en la flaccidez de alguna de las hojas más jóvenes de la planta. a esto le sigue una marchitez completa de la planta que ocurre de forma rápida bajo condiciones ambientales favorables. Los estados avanzados de la enfermedad se pueden producir a los 2 o 3 días después de la aparición de los primeros síntomas. En los tallos de las plantas infectadas pueden aparecer raíces adventicias, siendo éstas más pronunciadas cuando la enfermedad se desarrolla lentamente bajo condiciones subóptimas para el desarrollo de la enfermedad.

Temperaturas bajas, aislados bacterianos de escasa virulencia, y resistencia de la planta huésped, son factores que promueven la formación de raíces adventicias. También puede producirse una epinastia foliar cuando la enfermedad se desarrolla lentamente.

En las etapas iniciales de la enfermedad, el sistema vascular toma una coloración amarilla a pardo claro que puede ser observada en las secciones transversales o longitudinales del tallo. A medida que progresa la enfermedad, el sistema vascular se oscurece (Jones *et al.*, 2001).

La marchitez bacteriana es fácilmente distinguible de otras marchiteces vasculares de naturaleza fúngica mediante la introducción en agua de un tallo enfermo que haya sido seccionado limpiamente. De esta forma en 3 a 5 minutos se exuda de elementos del xilema de plantas infectadas a un hilo blanco y lechoso de células bacterianas y mucosidad. Si la infección en el tallo es severa, al agua queda completamente lechosa en 10 a 15 minutos.

Los síntomas que se observan en las partes subterráneas de la planta están constituidos por un decaimiento radical de intensidad variable, dependiendo del estado de desarrollo de la enfermedad. Inicialmente, sólo un número limitado de raíces muestran una podredumbre parda. Sin embargo, a medida que progresa la enfermedad y que la planta se marchita de forma permanente, la podredumbre parda afecta al sistema radical completo (Jones *et al.*, 2001).

Comienza con la caída de las hojas basales, seguido por la marchitez total de la planta. Al cortar el tallo este exuda un líquido gris gelatinoso cuando se pone en agua. Al cortar un tallo a lo largo se observa internamente una decoloración vascular que va de amarillo a café claro que luego se oscurece o se ahueca a medida que avanza la enfermedad. Se puede diagnosticar al colocar un tallo recién cortado en agua, y ver si exuda una sustancia blanca lechosa de su extremo (Corpeño, 2004).

Organismo causal

Pseudomonas solanacearum (Smith). Esta bacteria es un bacilo gran negativo de 0.5-0.7 x 1.5-2.0 µm, móvil gracias a que presenta de uno a cuatro flagelos polares. La bacteria es aerobia, de reacciones positivas para las pruebas de catalasa y oxidasa, produce nitritos a partir de nitratos. Como las *Pseudomonas* no fluorescentes, produce inclusiones intracelulares, refráctiles, sudanofílicas, compuestas por ácido polidroxibutírico.

Algunos aislados bacterianos producen un pigmento marrón que se difunde en medios complejos, y un pigmento negro en rodajas de patata esterilizadas mediante autoclave. El patógeno de reacción negativa para la producción de Lévano, hidrólisis de almidón, producción de indol, sulfito de hidrógeno, e hidrólisis de a esculina. Además puede crecer en medios líquidos compuestos por 0,5 % y 1 % de NaCl, pero no 2 % de NaCl, y producir una hidrólisis débil de la gelatina. Los perfiles de utilización de carbohidratos.

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

Este organismo sobrevive en el suelo durante largos periodos de tiempo en ausencia de plantas huésped. El periodo de supervivencia varía considerablemente de la raza o estirpe del patógeno, y de las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Suelos bien drenados con buenas características de retención de agua son adecuados para la supervivencia de esta bacteria. Otras características del suelo que promueven su supervivencia son temperaturas de moderadas a altas, y pH entre bajo y moderado. Los suelos que permiten la desecación del patógeno, o promueven la actividad de organismos antagonistas, reducen la supervivencia de aquél (Jones *et al.*, 2001).

La infección se da en las raíces a través de lesiones naturales causadas por el desarrollo de raíces secundarias, lesiones producidas por trasplante, prácticas de cultivo o daño por alimentación de nematodos e insectos. Se puede propagar por las aguas de riego, equipos de cultivo o trasplantes contaminados. Las temperaturas de 29-35 °C y altos niveles de humedad favorecen el desarrollo de la enfermedad (Corpeño, 2004).

El ataque de esta enfermedad bacteriana está muy difundido en las zonas tomateras y es favorecido por la alta humedad y temperatura.

Control

La marchitez bacteriana de plantas cultivadas es difícil de combatir en suelos infestados. En Estados Unidos, los productores de tomate que utilizan plántulas de trasplante producidas en el sur, suelen prevenir la enfermedad evitando campos infestados. La rotación utilizando un cultivo no susceptible proporciona cierto control, pero esta medida es difícil de poner en práctica debido a la amplia gama de plantas huésped del patógeno. El tratamiento del suelo con un fumigante inespecífico reduce la incidencia de la enfermedad, pero es caro y no siempre proporciona un control que dure todo el periodo de cultivo. Los trasplantes que se usan para la producción de tomate han de ser obtenidos en suelos libres del patógeno.

Se ha invertido un gran esfuerzo, alcanzado cierto progreso en el desarrollo de cultivares de tomate con resistencia a la marchitez bacteriana, cultivares generados principalmente para el uso local (Jones *et al.*, 2001).

2.6.1.6 El moteado bacteriano de la hoja (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae*)

La correcta identificación de las enfermedades en tomate trasplantado que consiste en necrosis foliares bacterianas es difícil si está se realiza únicamente en base a la sintomatología. En la mayoría de estas enfermedades, los síntomas iniciales consisten en zonas punteadas hidróticas y necróticas que pueden estar rodeadas de un halo amarillo. El problema se complica debido a la existencia de una gran diversidad de cultivares de tomate y de estirpes bacterianas, que pueden también afectar a la expresión de los síntomas. El diagnóstico correcto es crítico ya que el Moteado de la hoja es relativamente inocuo. Por esto, el programa de certificación vegetal de Georgia, los trasplantes que sólo presentan esta enfermedad, mantienen su certificación de libre de enfermedades (Jones *et al.*, 2001).

Síntomas

La sintomatología de la enfermedad varía desde pequeñas lesiones pardas sin halo, hasta lesiones negras con un halo amarillo brillante, similares a las producidas por la mancha bacteriana. En ocasiones, el patógeno puede ser aislado de los tejidos marginales necróticos, las zonas extensamente quemadas, y los tejidos que aparentemente han sufrido daños por heladas. Los síntomas son extremadamente difíciles de reproducir en invernadero. El desarrollo de la enfermedad es favorecido por la humedad elevada y presencia de heridas. El desarrollo de síntomas es más severo en unos cultivares que en otros (Jones *et al.*, 2001).

Organismo causal

Pseudomonas syringae pv. *syringae* van Hall es una bacteria con forma de bacilo, no formadora de esporas, gran negativa y aerobia. Sus colonias son fluorescentes cuando se cultiva en medio B de King y produce colonias “levanas”. Además, la bacteria induce reacción hipersensible en tabaco, produce reacciones negativas para las pruebas de oxidasa, arginina dehidrolasa, y la podredumbre blanda de patata. No obstante, estas pruebas no son útiles para diferenciar a este patógeno de *P. syringae* pv *tomato* (okabe) Young, con el cual puede ser confundido fácilmente. Ambos organismos pueden distinguirse por su patrón de ácidos grasos (Jones *et al.*, 2001).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

Las únicas fuentes de inóculo conocidas son otros huéspedes donde la bacteria crece de forma epifita, en campos trasplantados, las dos fuentes más comunes son el centeno, que se usa como cultivo de invierno, y los cerezos silvestres que crecen en los márgenes del cultivo. Zonas con un alto número de cerezos suelen presentar una alta incidencia de moteado bacteriano de la hoja cada año. Este patógeno es débil y oportunista, y es encontrado frecuentemente en heridas y como organismo secundario mezclado con infecciones producidas por otros patógenos que causan necrosis foliares (Jones *et al.*, 2001).

Control

Las aplicaciones semanales de bactericidas controlan bien esta enfermedad. Sin embargo, en la mayoría las pérdidas económicas causadas por esta enfermedad son irrelevantes, y las medidas de control no son necesarias. Para asegurar que el causante del problema es el moteado bacteriano ha de realizarse una caracterización exhaustiva y precisa del agente causal, ya que esta enfermedad requiere la aplicación de medidas más intensivas de control (Jones *et al.*, 2001).

2.6.1.7 La necrosis medular del tomate (*Pseudomonas corrugata*)

La necrosis medular del tomate se ha convertido en un problema de cultivos de invernadero y en campo al aire libre en fechas recientes. Esta enfermedad puede llegar a ser muy severa en casos aislados. La primera descripción del agente causal se realizó en Inglaterra en 1978, y más recientemente se ha encontrado en Estados Unidos y otros países (Jones *et al.*, 2001).

Blancard (2011), señala que las cepas de esta especie bacteriana han sido experimentadas con éxito como agentes de protección biológica en diferentes plantas, mostrando un espectro de eficacia bastante amplio con relación a bacterias (*Agrobacterium tumefaciens*, *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*), pero también a hongos (*Phytophthora spp.*, *Botrytis cinerea*, *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani*).

Síntomas

Los síntomas iniciales consisten en clorosis en las hojas más jóvenes. En casos de severidad elevada, se producen necrosis y marchitez en la parte alta de la planta, que están asociadas con necrosis en la zona baja del tallo. También pueden aparecer lesiones de coloración gris o a pardo oscuro en la superficie de los tallos infectados. Las partes afectadas presentan una apariencia firme en la superficie, pero al cortar longitudinalmente el tallo la médula se encuentra hueca o con cámaras al aire.

También se puede observar el crecimiento el oscurecimiento de la médula; de igual manera, en plantas sin lesiones externas se observa frecuentemente pardeamiento del sistema vascular. En ocasiones se desarrollan numerosas raíces adventicias en plantas enfermas, que está asociado a zonas de la médula afectada. De forma ocasional, las plantas mueren cuando el tallo está afectado. Generalmente, los síntomas iniciales dan la impresión de ser muy destructivos pero el desarrollo de la enfermedad no tiene lugar en mayor extensión y ésta resulta a menudo indetectable (Jones *et al.*, 2001).

Unos cortes transversales o longitudinales en el tallo permiten constatar que la médula está afectada; dicha médula presenta diferentes aspectos, en función de las condiciones climáticas y del grado de evolución de los síntomas. Puede ser más o menos parda o necrótica, seca y ligeramente descompuesta. A veces, permanece blanca y dura en su centro. En cambio, los tejidos situados cerca de los vasos del xilema toman un tinte amarillento a pardo pálido (Blancard, 2011).

Organismo causal

El organismo causal de esta enfermedad es *Pseudomonas corrugata* Roberts & Scarlett. La bacteria es un bacilo gran negativo, que posee al menos un flagelo polar., es aerobio estricto, no fluorescente e induce a hipersensibilidad en tabaco. Esta bacteria produce reacción negativa frente a las pruebas de arginina, dihidrolasa, levano e hidrólisis de almidón; y positiva para la oxidasa, la reducción de nitrato y la licuación de la gelatina. Después de 48h de crecimiento en agar nutritivo-dextrosa se forma una colonia amarillenta que puede tener centro verdoso y produce un pigmento amarillo a amarillo verdoso que se difunde en el medio. La colonia es redonda, elevada sobre la superficie del medio, y suele tener apariencia rugosa. La temperatura máxima de crecimiento es de 37 °C (Jones *et al.*, 2001).

Ciclo de la enfermedad y epidemiología

La necrosis de la médula está asociada con temperaturas nocturnas bajas, altos niveles de nitrógeno, y una humedad elevada. Con frecuencia, los ataques se producen cuando los frutos del primer racimo están totalmente desarrollados pero aún verdes. La distribución de la enfermedad en campo parece ser aleatoria. La bacteria fue inicialmente asociada a tomate, pero puede causar pequeñas lesiones necróticas en alfalfa, y han sido aisladas de raíces de alfalfa aparentemente sanas (Jones *et al.*, 2001).

Control

Se recomienda evitar la aplicación excesiva de nitrógeno y la humedad elevada cuando sea factible (Jones *et al.*, 2001).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Características del sitio experimental

3.1.1 Ubicación y características climáticas

La presente investigación se realizó en el Campo Docente Experimental La Tola (CADET), en el laboratorio e invernadero de Microbiología y Fitopatología UCE-FCA, ubicado en el barrio La Morita, de la parroquia Tumbaco, Cantón Quito.

| | |
|------------------------------------|-------------------|
| Provincia: | Pichincha |
| Cantón: | Quito |
| Parroquia: | Tumbaco |
| Latitud: | 00° 12' 88" Sur |
| Longitud: | 78° 22' 28" Oeste |
| Altitud: | 2 465 msnm |
| Temperatura promedio anual: | 17 °C |
| Humedad relativa: | 78.3 % |

- De acuerdo a las mediciones realizadas en el invernadero de Microbiología y Fitopatología General, con la ayuda de un termómetro y un higrómetro se registraron las siguientes condiciones meteorológicas:

| | |
|------------------------------|-----------|
| Temperatura promedio: | 16.2 °C |
| Humedad relativa: | 78.3 % |
| Intensidad luminosa: | 4 000 lux |
| Horas luz: | 16 |

3.2 Materiales

- Insumos de laboratorio

3.2.1.1 Reactivos para el aislamiento de la bacteria en estudio

Medio Agar-B'King

- Proteosa Peptona #3
- Glicerina ($C_3H_8O_3$)
- Sulfato dipotásico (K_2HPO_4)
- Sulfato de magnesio hepta-hidratado ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$)
- Bacto Agar

3.2.1.2 Reactivos para las diferentes pruebas bioquímicas.

Pruebas bioquímicas

Prueba de la oxidasa

- Alcohol amílico o isoamílico ($C_5H_{11}OH$)
- *p*-dimetilaminobenzaldehído ($C_9H_{11}NO$)
- Ácido clorhídrico concentrado (HCl)

Prueba de la catalasa

- Peróxido de hidrógeno (H_2O_2)

Prueba del citrato

- Fosfato diácido de amonio [$(NH_4)H_2PO_4$]
- Fosfato dipotásico (K_2HPO_4)
- Cloruro de sodio (NaCl)
- Citrato de sodio ($C_6H_5O_7Na_3 \cdot 2H_2O$)
- Sulfato de magnesio (SO_4Mg)
- Azul de bromotimol ($C_{27}H_{28}Br_2O_5S$)
- Agar

Prueba del indol

- Peptona
- Cloruro de sodio (NaCl)
- Alcohol isoamílico ($C_5H_{11}OH$)
- *p*-dimetilaminobenzaldehído ($C_9H_{11}NO$)
- Ácido clorhídrico concentrado (HCl)

Prueba de la Ureasa

- Agar base urea
- Extracto de levadura
- Fosfato monopotásico (KH_2PO_4)
- Fosfato disódico (Na_2HPO_4)
- Urea [$CO(NH_2)_2$]
- Rojo fenol ($C_{19}H_{14}O_5S$)
- Peptona
- Glucosa ($C_6H_{12}O_6$)
- Cloruro de sodio (NaCl)

Hidrólisis del almidón

- Extracto de carne
- Almidón soluble [$C_6H_{10}O_5$]_n]

- Agar
- Iodo (I)
- Ioduro de potasio (KI)

Tinción Gram

- Violeta de genciana ($C_{25}H_{30}ClN_3$)
- Lugol (I_2)
- Alcohol 96% (CH_3-CH_2-OH)
- Safranina ($C_{20}H_{19}ClN_4$)

Agar peptona glucosa.

- Peptona
- Glucosa ($C_6H_{12}O_6$)
- Agar

Agar YDC

- Extracto de levadura
- Dextrosa
- Carbonato de Calcio
- Agar

Agar TZC

- Bacto agar
- Bacto peptona
- Glucosa
- Ácido Casamino
- TZC

Tinción de flagelos Método de Leifson

- Fucsina Básica
- Alcohol etílico
- Ácido Tánico
- Cloruro de sodio

• 3.2.1.3 Materiales de laboratorio

- Agujas de disección metálicas
- Algodón
- Asa de platino
- Atomizador plástico
- Bisturíes
- Cintas parafilm
- Cubre objetos

- Espátula metálica
- Frascos autoclavables.
- Frascos de vidrio de 200, 400 ml.
- Goteros de vidrio
- Jeringas de 1cc
- Lámparas de alcohol
- Libreta de campo
- Marcadores
- Material de oficina
- Micropipeta
- Papel aluminio
- Papel filtro
- Pipetas graduadas
- Pissetas de polietileno
- Porta objetos
- Probetas
- Puntas para micropipeta
- Rótulos
- Servilletas esterilizadas
- Tubos de ensayo
- Varillas de agitación
- Vasos de precipitación

- **3.2.1.4 Equipos**

- Agitador magnético.
- Autoclave.
- Balanza de precisión.
- Bórtex.
- Cámara de flujo laminar.
- Cámara fotográfica.
- Destilador de agua.
- Horno de microondas.
- Incubadoras.
- Laptop.
- Microondas.
- Microscopio óptico.
- Potenciómetro.

- **3.2.1.5 Materiales e insumos de invernadero**

- Alambre metálico
- Agua destilada esterilizada.
- Baldes plásticos de 12 litros.
- Bomba de mochila de 16 litros.
- Cinta de embalaje.
- Fundas plásticas color negro de 100 x 140cm.
- Macetas de plástico de 3000 cc de volumen.

- Manguera.
- Nebulizadores.
- Paja plástica.
- Pipetas.
- Plántulas de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) variedad Nemoneta
- Rótulos.
- Sustrato estéril.
- Tijeras

3.3 Factores en estudio

Esta tesis se planteó dos factoriales en estudio: Biocidas (seis niveles); Periodos (Tres niveles); se incluyeron dos adicionales.

- **3.3.1 Control**

-

- **Biocidas (B)**

- | | |
|---|----|
| - Complejos Pirrolnitrinicos + Células vivas | b1 |
| - Complejos Enzimáticos bacterianos + células vivas | b2 |
| - Ácido Oxolínico al 20 % | b3 |
| - Sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina | b4 |
| - Hidróxido de cobre + mancozeb | b5 |
| - PS9 | b6 |

- **Periodos (P)**

- | | |
|--|----|
| - Aplicación de bactericida cada cuatro días | p1 |
| - Aplicación de bactericida cada ocho días | p2 |
| - Aplicación de bactericida cada doce días | p3 |

- **Adicionales (A)**

- | | |
|---------------------|----|
| - Testigo + Inóculo | a1 |
| - Testigo absoluto | a2 |

3.3.2 Tratamientos

Estos fueron el resultado de la combinación de los niveles de los dos factores en estudio los cuales se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Bactericidas que se utilizaron para combatir al agente causal de la enfermedad “mancha negra del tallo en tomate”, aplicados en diversas épocas. Tumbaco, Pichincha. 2012.

| TRATAMIENTO | CODIFICACIÓN | DESCRIPCIÓN |
|-------------|--------------|---|
| t1 | b1p1 | Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada cuatro días |
| t2 | b1p2 | Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada ocho días |
| t3 | b1p3 | Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada doce días |
| t4 | b2p1 | Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas aplicado cada cuatro días |
| t5 | b2p2 | Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas aplicado cada ocho días |
| t6 | b2p3 | Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas aplicado cada doce días |
| t7 | b3p1 | Ácido Oxolínico al 20 % aplicado cada cuatro días |
| t8 | b3p2 | Ácido Oxolínico al 20 % aplicado cada ocho días |
| t9 | b3p3 | Ácido Oxolínico al 20 % aplicado cada doce días |
| t10 | b4p1 | Sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina aplicado cada cuatro días |
| t11 | b4p2 | Sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina aplicado cada ocho días |
| t12 | b4p3 | Sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina aplicado cada doce días |
| t13 | b5p1 | Hidróxido de cobre + mancozeb aplicado cada cuatro días |
| t14 | b5p2 | Hidróxido de cobre + mancozeb aplicado cada ocho días |
| t15 | b5p3 | Hidróxido de cobre + mancozeb aplicado cada doce días |
| t16 | b6p1 | PS9 aplicado cada cuatro días |
| t17 | b6p2 | PS9 aplicado cada ocho días |
| t18 | b6p3 | PS9 aplicado cada doce días |
| t19 | a1 | Testigo + Inóculo |
| t20 | a2 | Testigo absoluto |

-
- **3.3.3 Unidad Experimental**

Una planta.

3.4 Análisis estadístico

- **3.4.1 Diseño experimental**

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar de 6X3+2 con diez observaciones.

- **Características del experimento**

| | |
|--------------------------------|--|
| – Número de observaciones | 10 |
| – Número de plantas del ensayo | 200 |
| – Unidad experimental | una maceta plástica de 3 000 cm ³ |
| – Unidad experimental neta | una maceta plástica de 3 000 cm ³ |
| – Área total del ensayo | 50 m ² |

- **3.4.3 Análisis de la variancia (ADEVA)**

Se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 3. Análisis de la varianza de bactericidas específicos para el control del agente causal de la mancha negra del tallo en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*); a diferentes periodos de aplicación Tumbaco, Pichincha. 2012.

| FUENTES DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|---------------------------------|--------------------|
| TOTAL | 199 |
| TRATAMIENTOS | 19 |
| BACTERICIDAS (B) | 5 |
| PERIODOS (P) | 2 |
| b x e | 10 |
| Factorial Vs Adicionales | 1 |
| a1 vs. a2 | 1 |
| ERROR | 180 |
| Promedio: | |
| COEFICIENTE DE VARIACIÓN (w): | ... % |
| | |

-
- **Análisis funcional**

En el análisis funcional se aplicó la prueba de significación de Tukey al 5 % para los factores en estudio y sus interacciones, Además Prueba de Diferencia Mínima Significativa al 5% para adicionales y para el Factorial vs. Adicionales.

3.5 Variables y métodos de evaluación

• 3.5.1 Identificación

Para la primera etapa del proyecto que es la identificación se realizó lo siguiente:

Postulados de Koch:

- El organismo debe ser regularmente asociada con la enfermedad y sus lesiones características.

Esto se realizó observando los, síntomas que se encontraron en más del 80% del cultivo en el área de horticultura del CADET, dichos síndromes se encontraban en los tallos donde se observaba manchas de color pardo a negruzco, de diversos tamaños, en ciertos casos la mancha poseía un tamaño menor a un centímetro, mientras que en otras plantas esta mancha cubría casi en su totalidad al tallo.

Luego de definir las características que presentaban los síntomas en el tomate se procedió a investigar mediante revisión bibliográfica donde se comprobó que varios patógenos como *Pseudomonas*, *Erwinia*, *Xanthomonas* y en ciertos casos a *Phytophthora* ocasionaban manchas similares a las encontradas.

- El microorganismo debe ser aislado del huésped enfermo y crecer en cultivo.

Para ello se procedió a recolectar material enfermo de los tomates de mesa del área de horticultura del CADET, esto se logró mediante el corte con un bisturí previamente desinfectado con alcohol al 95 %, se escogió los tallos con manchas con tonalidad verde a marrón es decir donde estaba iniciando la infección.

Los cortes se colocaron en servilletas estériles humedecidas con agua destilada esterilizada, y fueron transportadas hacia el laboratorio de fitopatología del CADET.

Estos cortes fueron colocados en tubos de ensayo que contenían dos mililitros de agua destilada esterilizada, que a continuación se utilizó el agitador magnético durante tres minutos, al finalizar se dejó reposar durante dos horas en un gradilla para tubos de ensayo.

Otros cortes se colocaron en el mortero de porcelana con dos cm³ de agua destilada esterilizada y con la ayuda de un pistilo se procedió a macerar hasta obtener una solución verde viscosa que se introdujo en un tubo de ensayo estéril, el cual se dejó en reposo durante dos horas. (Los procedimientos previamente señalados fueron realizados dentro de una cámara de flujo laminar).

Al concluir las dos horas se colocaron los tubos de ensayo dentro de la cámara de flujo laminar y con la ayuda de una aza de platino se tomó una muestra de la solución contenida en los tubos de ensayo, dicha muestra fue sembrada haciendo un rayado en zigzag en cajas petri que se encontraban en la cámara de flujo laminar y que contenían bacto agar, mismas que fueron dispensadas anteriormente.

A continuación estas cajas fueron selladas con cinta parafilm, y fueron transportadas hacia la incubadora donde permanecieron durante 24 horas a 28 °C.

Finalizadas las 24 horas se observó el desarrollo de colonias bacterianas, que con la ayuda de un aza de platino fueron resemebradas las colonias puras, es decir colonias que se encontraban aisladas unas de otras.

- La enfermedad debe ser reproducida cuando un cultivo puro del microorganismo se introduce en un huésped sano, susceptibles.

Al obtener un número considerable de cajas petri con gran cantidad de bacteria se llevó a cabo la creación de un inóculo colocando con la micro pipeta dos cm^3 de agua destilada esterilizada en las cajas petri con la bacteria, y mediante el uso de una varilla de vidrio se hizo un frotado superficial del bacto agar tratando de no desgarrarlo y diluyendo únicamente las colonias bacterianas.

Esta dilución fue colocada en un tubo de ensayo con agua destilada esterilizada hasta obtener una solución al 1×10^7 en la escala de Mc Farland. (Todos estos procedimientos fueron realizados en la cámara de flujo laminar para evitar la presencia de microorganismos ajenos al ensayo).

Mientras se realizaban estos procedimientos en laboratorio, anticipadamente en los invernaderos de fitopatología y microbiología del CADET se trasplantaron 20 plántulas de tomate de mesa de variedad NEMO-netta en macetas de $3\,000\text{cm}^3$, con sustrato estéril.

Ya con el inóculo en una concentración de 1×10^7 en la escala de Mc Farland, se lo trasladó al invernadero de fitopatología donde se encontraban las plantas de tomate de mesa, y se procedió a la inoculación de la siguiente forma:

- Cinco plantas se tomaron al azar y se las inoculó utilizando un atomizador de agua previamente esterilizado, las plantas fueron humedecidas completamente.
 - Cinco plantas más tomadas al azar fueron inoculadas con la ayuda de una jeringa de insulina que fue inyectada en la zona media del tallo con una cantidad de 1cm^3 . Por planta.
 - Cinco plantas más, realizando nuevamente una selección aleatoria fueron inoculadas efectuando heridas en hojas y en los tallos de las plantas para que a paso seguido se humedezca el área lacerada con el atomizador de agua con el inóculo.
 - A las cinco plantas restantes se les colocó en el tallo, un algodón empapado con el inóculo, y se lo envolvió con cinta de parafilm. (este procedimiento se realizó a las cinco de la tarde y las plantas fueron humedecidas previamente a la inoculación durante tres horas seguidas mediante nebulizadores).
- El mismo organismo debe ser nuevamente aislado desde el host infectado experimentalmente.

Después de ocho días de la inoculación se observó manchas en los tallos de las plantas infectadas, y para cumplir este postulado se realizó el mismo procedimiento ya explicado en el primer postulado pero a diferencia de tomar la muestra de plantas del área de horticultura se tomó las muestras de las plantas infectadas experimentalmente.

Para la primera etapa del proyecto que es la identificación se realizó lo siguiente:

Postulados de Koch:

Identificación: características morfológicas, pruebas bioquímicas, características culturales.

• 3.5.2 Caracterización

Para esta etapa se utilizaron 50 plántulas de tomate de mesa de la variedad NEMO-netta que fueron trasplantadas en macetas de 3 000cm³ con sustrato esterilizado y conformado por dos partes de tierra negra una de pomina y una de humus.

En estas pantas se evaluó el período de incubación que es el tiempo que transcurre desde que la planta entra en contacto con el agente infeccioso hasta que aparecen los primeros signos y síntomas de la enfermedad. El registro de susceptibilidad fue tomado en base a la ocurrencia del proceso infectivo.

El procedimiento que se utilizó para determinar el periodo de incubación fue exactamente el mismo que se realizó para cumplir con los postulados Koch, con el método de la jeringa de insulina y en diferentes etapas fenológicas, se inoculó:

- Diez plántulas tomadas al azar, a los diez días de ser trasplantadas.
- Diez plántulas tomadas al azar, al mes de ser trasplantada.
- Diez plántulas tomadas al azar, a los dos meses de ser trasplantadas.
- Diez plántulas tomadas al azar, a los tres meses y 15 días de ser trasplantadas.
- Las diez plantas restantes no fueron inoculadas y sirvieron como testigo para la comparación con las plantas inoculadas.

En esta etapa de caracterización además se evaluó la edad de susceptibilidad, etapa en la cual la planta es más propensa a una infección por un organismo. Esto se ejecutó utilizando las mismas plantas del ensayo para la determinación del periodo de incubación y se analizó comparando los signos y síntomas entre los diversos periodos de inoculación y las plantas testigo.

El registro de susceptibilidad dependerá de la ocurrencia del proceso infectivo. Dicha inoculación se realizó utilizando el método que obtuvo mayor resultado, las manifestaciones fenológicas de las plantas serán cuidadosamente registradas, a fin de establecer una clave de diagnóstico acertada.

3.5.3 Control

- **En esta etapa de la investigación se utilizó 200 plántulas de tomate de mesa de la variedad NEMO-netta, que se obtuvieron mediante la compra de pilones de la empresa Pilvixa, la utilización de estos pilones tiene como finalidad asemejar en lo posible a las labores realizadas en los invernaderos de horticultura del CADET donde el tomate trasplantado es procedente de la empresa mencionada anteriormente. Estos pilones fueron trasplantados a macetas de plástico de 3 000 cm³ con sustrato esterilizado previamente en las instalaciones de Agrocalidad, Tumbaco.**

Dos meses después del trasplante se inició la inoculación de las plantas, este procedimiento fue el mismo que se utilizó para la realización de los postulados de Koch explicados anteriormente, salvo las siguientes diferencias:

- Las plantas recibieron la aplicación de los biocidas respectivos de cada tratamiento, tres días antes de la inoculación.
- Para la etapa de control se implementó un sistema de riego en el invernadero de fitopatología del CADET el cual consiste en nebulizadores a 2.5 m de altura y a un distanciamiento de 2.0 m entre nebulizadores.

- Previo a la inoculación se proporcionó un riego continuo mediante nebulizadores durante 10 horas (08h00-17h00), a las cinco de la tarde se suspendió el riego y se procedió a la inoculación mediante el uso de jeringa de insulina incorporando 1cm^3 de inóculo en una concentración de 1×10^7 en la escala de Mc Farland, culminada la inoculación a las 190 plantas debido a que las 10 sobrantes fueron el testigo absoluto es decir no fueron inoculadas, se continuo con el riego continuo hasta las 08h00 del día siguiente.

Las variables evaluadas en la etapa de control fueron:

- **3.5.3.1 Incidencia**

Para registrar la incidencia de la enfermedad, se utilizó la siguiente fórmula: (BASF. Métodos de planteamiento y valoración de ensayos de campo con pesticidas), esto se realizó a los 20 días después de la inoculación.

Porcentaje = [(plantas enfermas)/(total)] x 100

Eficacia = [(Porcentaje del Testigo) – (Porcentaje de la parcela tratada)/(media del porcentaje del Testigo)] x 100

3.5.3.2 Tamaño de la lesión

Se registró en base a la longitud de la lesión; variable que se expresó en centímetros, se tomó los datos de cada una de las unidades experimentales con una cinta métrica, desde la aparición de los primeros síntomas, midiendo el tamaño de la planta y el tamaño de la lesión para de este modo llegar a un porcentaje de severidad de ataque considerando a una planta sana como 0% y a una planta muerta como el 100 %.

3.5.3.3 Número de frutos cuajados por racimo

Se contaron el número de frutos cuajados en los racimos de cada una de las unidades experimentales, la toma de datos de los frutos se llevó a cabo solo hasta el segundo piso del cultivo de tomate de mesa.

3.5.3.4 Peso del fruto

Se pesaron los frutos de cada unidad experimental, y se los expresaron en gramos por planta, al igual que la toma de datos del número de frutos, los pesos también fueron tomados hasta el segundo piso del cultivo de tomate.

3.5.3.5 Rendimiento

Esta variable se expresó en gramos por planta, y se clasificó a los tomates de cada unidad experimental en tres categorías:

Rendimiento de frutos según la categoría por peso

| Categoría | Peso de cada fruto (g) |
|-----------|------------------------|
| Primera | Mayor a 200 |
| Segunda | Entre 100 a 199 |
| Tercera | Menor a 100 |

3.6 Fase de Identificación del agente causal

Postulados de Koch

- 1.- Presencia en el individuo enfermo del microbio patógeno
- 2.- Aislamiento del patógeno
- 3.- Reproducción de la enfermedad a la planta sana
- 4.- Reaislamiento del patógeno (Orellana, 2012).

Recolección de muestras enfermas

Se realizaron cortes utilizando bisturí y pinzas de tallos de plantas de tomate de mesa que muestren síntomas típicos de la enfermedad, dicha recolección se hizo en los invernaderos del área de horticultura del CADET y se trasladaron al laboratorio de Fitopatología donde se los colocó en tubos de ensayo con agua destilada esterilizada.

Obtención de los aislamientos

Los cortes del tallo que se encontraban en el tubo de ensayo conteniendo cinco cm³ de agua destilada esterilizada se mantuvieron en reposo por un periodo de dos horas para que la bacteria se disipe en la solución. Posteriormente, con la ayuda de una aza de platino se rayarán los medios de cultivo que en este caso fue agar “B King”.

Los platos Petri se incubaron durante 24 horas en una incubadora regulada a 30 °C.

Pasadas las 24 horas se observó el crecimiento en los platos petri, y mediante el uso de una aza de platino, se recolectó una colonia que se encuentre aislada del resto del crecimiento bacteriano, y con esta se rayó en nuevos platos petri con medio Agar B King.

Este procedimiento se repitió dos veces consecutivas para obtener una colonia pura de la bacteria en estudio.

Pruebas de patogenicidad

Para determinar la patogenicidad, se seleccionó el método de inoculación más adecuado, con base en las siguientes pruebas: inoculación en tallo sano, inoculación en tallo herido e inyección ($1\text{ cm}^3 - 10^7$).

Los testigos se inocularán con un volumen similar de agua destilada estéril. Las plantas inoculadas se mantendrán durante tres días en cámara húmeda (López *et al.*, 1994) y luego se trasladarán a su sitio definido en el invernáculo.

La patogenicidad se registró en base a la aparición de síntomas externos y necrosis del tallo y pecas en las hojas).

En todos los casos positivos, se re aisló al patógeno y se lo volvió a identificar.

Una vez obtenidas las cepas patogénicas, se mantuvieron en agua destilada esterilizada, bajo condiciones de laboratorio.

Las plantas que se utilizaron en este parte del ensayo fueron suministradas por el señor Sergio Amagua, encargado de proporcionarlas plántulas de tomate de mesa a el área de horticultura del CADET. La utilización de estos pilones tiene como finalidad asemejar en lo posible a las labores realizadas en los invernaderos de horticultura del CADET. Estos pilones fueron trasplantados a macetas de plástico de 3 000 cm³ con sustrato esterilizado previamente en las instalaciones de Agrocalidad, Tumbaco.

3.7 Fase de control del agente causal

3.7.1 Transplante

El trasplante se realizó desde pilones de tomate de mesa de un mes de edad que fueron trasplantados a macetas de 3 000cm³ con sustrato esterilizado sometido previamente a vapor de agua a una temperatura de 125 °C durante dos horas, dicha esterilización se realizó en las instalaciones de Agrocalidad, Tumbaco.

3.7.2 Labores Culturales

Se realizaron labores culturales en relación a los requerimientos de las plantas, haciendo énfasis en el tutorado, fertilización y riego; este último se intensificara en las semanas previas a la inoculación del agente causal en la planta, con el fin de proporcionar las condiciones óptimas para que se presente la enfermedad.

3.7.3 Tutorado de plantas

Se realizó mediante la utilización de cuerdas de plástico o de tela que va desde la base de la planta, enrollándola en sentido del reloj cada dos o tres hojas o una vuelta por cada racimo hasta el alambre.

El tutorado se efectuó hasta dos veces por semana durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo; posteriormente, cuando inició la formación de frutos, se ejecutó una vez por semana.

3.7.4 Fertilización

Previo al trasplante se realizó una fertilización de fondo utilizando una formulación de 10-30-10 colocando 10 g por maceta.

Una semana después del trasplante se procedió a fertilizar semanalmente con una formulación de 25-3-20, esto se realizó mediante fertirrigación diluyendo 250 g de dicha formulación en 10 litros de agua, esta solución fue suministrada en una cantidad de 250 cm³ por maceta; dicha fertilización se realizó los días miércoles durante dos meses.

Transcurridos los dos meses se cambió la formulación a 12-3-40, aplicándola de la misma forma antes explicada.

Como refuerzo a la fertilización anteriormente mencionada cada 15 días se proporcionó mediante una bomba de mochila (fertilización foliar), el bioestimulante nutricional y promotor de crecimiento EVERGREEN. A la dosis de 10 cm³ de producto en 10 litros de agua, incorporando 5cm³ de fijador comercial a la solución, esta fertilización se realizó dos semanas después del trasplante hasta la formación de los frutos del segundo piso del cultivo.

3.7.5 Riego

El cultivo de tomate de mesa al encontrarse en macetas de 3000cm³ requirió de un riego diferente al suministrado en cualquier invernadero de producción comercial, este fue proporcionado a las 08h00 y a las 17h00, todos los días que duró el ciclo del cultivo.

La cantidad de agua suministrada en cada periodo de riego fue aproximadamente 500cm³, es decir un litro de agua por planta al día.

Este riego se intensificó una semana antes de la inoculación que además del litro proporcionado diariamente, se humedeció durante dos horas continuas en la tarde utilizando nebulizadores a 2.5 m de altura y a un distanciamiento de 2.0 m entre nebulizadores, riego necesario para obtener las condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de la enfermedad.

3.7.6 Podas

Las podas fueron las siguientes:

- Poda de formación: se la realizó a los 25 días después del trasplante, dejando un solo tallo para facilitar el tutorado y el manejo.
- Poda de yemas o chupones: esto se realizó a los 25 días después del trasplante eliminando todas las yemas axilares encontradas debajo del primer racimo foliar. Esta poda se efectuó cada vez que el cultivo lo requirió llegando a realizarse hasta tres veces por semana.
- Poda terminal o de despunte: esta consistió en cortar la yema principal de tallo, y se la realizó al observar la formación del tercer racimo floral ya que en la investigación solo se evaluara hasta el segundo piso de producción.

3.7.7 Deshierbas

Cada vez que el cultivo lo requirió.

3.7.8 Deshojado

No se realizó el deshojado que requiere el cultivo de tomate de mesa para de este modo poder observar los síntomas iniciales de la enfermedad.

3.7.9 Aspersión de fungicida

Para evitar la presencia de hongos en el cultivo se realizó una aspersión preventiva al mes de trasplante, utilizando clorotalonil, un fungicida de amplio espectro, la dosis utilizada fue de 100cm³ en 15 litros de agua, y fue aplicado mediante el uso de bomba de mochila.

Debido a la presencia de mosca blanca en el cultivo se aplicó los siguientes productos:

- Buprofesin en una dosis de 18 g en 15 litros de agua, aplicado con bomba de mochila.
- Imidacloprid en una dosis de 37.5 cm³ en 15 litros de agua, aplicado con bomba de mochila.

3.7.10 Aplicación de los productos

Los biocidas se asperjaron a las plantas en sus dosis comerciales, mediante el uso de bombas manuales; cada una específica a un biocida, y tratando de otorgar un buen cubrimiento. Las

aplicaciones dependerán de los tratamientos debido a la existencia de tres periodos de tiempo como son: cada cuatro días, cada ocho días, cada doce días.

- **3.7.11 Inoculación**

Luego de la aplicación de los biocidas, se procedía a la inoculación mediante el método de la jeringa de insulina con el inóculo en una concentración de 1×10^7 en la escala de Mc Farland.

Previo a la inoculación se proporcionó un riego continuo mediante nebulizadores durante 10 horas (08h00-17h00), a las cinco de la tarde se suspendió el riego y se procedió a la inoculación mediante el uso de jeringa de insulina incorporando 1 cm^3 de inóculo en una concentración de 1×10^7 en la escala de Mc Farland, culminada la inoculación a las 190 plantas debido a que las 10 sobrantes fueron el testigo absoluto (no inoculadas), se continuo con el riego continuo hasta las 08-00 del día siguiente.

3.7.12 Eficacia biocida

La eficacia de los productos fue evaluada en base a la reacción que presenten las plantas frente a la inoculación; para lo cual, se registraron los períodos de incubación y los tamaños de las lesiones. A su vez, la severidad de ataque que se expresó en porcentaje de infección, que fue estudiada en base al número y tamaño de las lesiones. Estas variables fueron analizadas estadísticamente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Fase I: Identificación del agente causal

Pruebas de inoculación:

De las 5 plantas inoculadas con atomizar de agua, se observó en 2 de estas, manchas aguachentas muy pequeñas con un diámetro menor a 5mm, características del agente causal, en un periodo de 15 días después de la inoculación.

De las 5 plantas inoculadas efectuando lesiones mecánicas en hojas y en tallos, se observaron 3 plantas con manchas aguachentas en las zonas donde se realizaron las lesiones específicamente en los tallos con un tamaño menor a los 5mm de diámetro, en un periodo de 8 días después de la inoculación.

De las 5 plantas inoculadas utilizando un algodón empapado con la bacteria, no se observaron síntomas característicos de dicho agente causal.

De las 5 plantas inoculadas mediante la jeringa de insulina, se observaron síntomas característicos del agente causal en todas las plantas en la zona donde fueron inyectadas, estas manchas aguachentas presentaron un tamaño mayor a los 10mm de diámetro y se observaron a los 15 días después de la inoculación.

Encontrando el método de inoculación más efectivo siendo este la inoculación mediante jeringa de insulina con una concentración del agente causal de 1×10^7 .

Al cumplir exitosamente los postulados de Koch, se continuó la identificación mediante pruebas morfológicas, bioquímicas y culturales encontrando las siguientes características:

Son bacterias Gram negativas con forma de bastones rectos, producen pigmentos fluorescentes en medio específico B King de color verde amarillo cuando son expuestas a luz ultravioleta y con la capacidad de difuminarse, sus colonias son pequeñas, convexas de color crema en medio YDC y Bacto agar, bacterias aerobias estrictas al no presentar crecimiento en medio Hugh y leifson, en medio TZC se observó crecimiento de colonias de color crema en su perímetro mientras en el centro se observa una coloración rojiza (Anexo 1).

Los resultados de las pruebas bioquímicas se presentan a continuación:

| | |
|--------------|---|
| Tinción Gram | - |
| Oxidasa | - |
| Catalasa | - |
| Indol | - |
| Citrato | - |
| Ureasa | - |
| Gelatinasa | - |

Los resultados obtenidos después de realizar las pruebas bioquímicas, morfológicas y culturales son característicos de las bacterias del género *Pseudomonas* así lo confirma Agrios, 2005; Sosa *et al.*, 1997; quienes señalan que son bastones con una dimensión de 0.5 a 3.0 μm , aerobios estrictos, Gram negativas, fluorescen al crecer en medio nutritivo con un bajo contenido de hierro, producen pigmentos fluorescentes de color verde amarillo.

Del mismo modo N.W. Shaad, 1988; Bergey, 1984 confirman que *Pseudomonas* en las pruebas de Oxidasa, Catalasa, Indol, Citrato, Ureasa y Gelatinasa obtienen un resultado negativo.

4.2 Fase II: Caracterización del agente causal

Al realizar la inoculación en las 40 plantas se obtuvieron los siguientes resultados:

Las plantas que fueron inoculadas a los 10 días de haber sido trasplantadas presentaron síntomas típicos de la enfermedad a los 20 días de ser inoculados, observándose manchas aguachentas de color marrón en el tallo con un diámetro aproximado de 5 mm, aunque estas manchas se presentaron de formas y tamaños muy irregulares de una planta a otra.

El desarrollo de esta mancha es muy irregular de una planta a otra observándose que en algunas el tamaño de la lesión aumenta significativamente hasta en un 50 % de su tamaño inicial, mientras que en otras la mancha parece no presentar crecimiento alguno (Anexos 5 y 9)

La incidencia de la enfermedad en estas plantas fue del 100 % siendo la severidad de ataque; transcurrido un mes de la inoculación fue la siguiente:

| Número de Planta | Severidad (%) |
|------------------|---------------|
| 1 | 1.50 |
| 2 | 2.00 |
| 3 | 45.00 |
| 4 | 37.00 |
| 5 | 10.00 |
| 6 | 10.00 |
| 7 | 8.50 |
| 8 | 7.50 |
| 9 | 12.00 |
| 10 | 7.50 |
| Promedio | 19.33 |

A pesar de haber sido inoculadas a la misma hora con el mismo inóculo y con el método de la jeringa ya establecido anteriormente se puede apreciar la gran variabilidad que existe de una planta a otra, además los síntomas fueron visibles a los 20 días algo tarde en relación a los expuesto por Blancard, 2011 quien señala que los síntomas son observados en un periodo de 8 a 10 días de la contaminación de las plantas.

En las plantas inoculadas al mes de ser trasplantadas se observaron los síntomas a los 10 días de ser inoculadas, estas se caracterizaron por ser manchas aguachentas de color verde oscuro que al presentar condiciones adecuadas de humedad y temperatura, se tornaron de color marrón a pardo.

Estas manchas del mismo modo que en las plantas que fueron inoculadas a los 10 días tienden a crecer de forma considerable, en algunos casos hasta triplicando el tamaño de la mancha inicial, mientras que en otros la mancha se mantiene de el mismo porte aunque esta pasa de un color verde oscuro a un pardo (Anexos 5 y 9).

La incidencia en estas plantas fue del 100 % mientras que su severidad de ataque; transcurrido un mes de la inoculación fue la siguiente:

| Número de Planta | Severidad (%) |
|------------------|---------------|
| 1 | 16.40 |
| 2 | 21.00 |
| 3 | 15.50 |
| 4 | 8.50 |
| 5 | 13.40 |
| 6 | 6.50 |
| 7 | 4.20 |
| 8 | 7.50 |
| 9 | 7.50 |
| 10 | 5.30 |
| Promedio | 21.00 |

En las plantas inoculadas a los dos meses de ser trasplantadas se observó síntomas a los 10 días de ser inyectadas con el agente causal, estas manchas fueron inicialmente de un color verde oscuro de un tamaño menor a los 5mm que con el tiempo aumentaron de tamaño, en algunos casos la mancha se expandió más del 200 % de su tamaño inicial mientras que en otras plantas la mancha no tubo crecimiento alguno.

La incidencia de estas plantas fue del 100 % mientras que su severidad de ataque; transcurrido un mes de la inoculación fue la siguiente:

| Número de Planta | Severidad (%) |
|------------------|---------------|
| 1 | 53.00 |
| 2 | 62.50 |
| 3 | 25.00 |
| 4 | 26.00 |
| 5 | 28.30 |
| 6 | 45.00 |
| 7 | 23.60 |
| 8 | 27.00 |
| 9 | 45.00 |
| 10 | 50.00 |
| Promedio | 38.71 |

En las plantas que fueron inoculadas a los tres meses y 15 días de haber sido trasplantadas se observó los síntomas característicos a los 15 días de ser inyectadas con el agente causal y al igual que en las plantas anteriores las manchas fueron iguales es decir manchas aguachentas de color verde oscuro que se tornan pardas el crecimiento de esta mancha es diferente de una planta a otra mientras que en algunas la mancha se triplica su tamaño en algunas esta no presenta cambio alguno (Anexos 5 y 9).

La incidencia de estas plantas fue de un 100 %, mientras que su severidad de ataque; transcurrido un mes de la inoculación fue la siguiente:

| Número de Planta | Severidad (%) |
|------------------|---------------|
| 1 | 12.00 |
| 2 | 9.50 |
| 3 | 23.00 |
| 4 | 18.00 |
| 5 | 15.00 |
| 6 | 22.50 |
| 7 | 14.50 |
| 8 | 19.50 |
| 9 | 18.00 |
| 10 | 25.00 |
| Promedio | 17.70 |

En base a los resultados obtenidos se puede observar que las plantas inoculadas a los dos meses de ser trasplantadas obtuvieron el porcentaje de severidad de ataque más alto con un promedio de 38.71 %, mientras que las demás plantas se mantuvieron en un rango de severidad que osciló de 17.70 % a 21.00 %.

Mientras lo que concierne al tiempo que transcurrió desde el momento de la inoculación hasta la observación de los síntomas iniciales se determinó que este oscila de 10 a 15 días observándose que en las plantas que fueron inoculadas a los 10 días de trasplante demoraron una semana más en presentar síntomas característicos de la enfermedad.

4.3 Fase III: Control del agente causal

A pesar de que las inoculaciones fueron exitosas y se obtuvieron porcentajes de infecciones similares a los que ocurren de forma natural en los invernaderos de los agricultores, como se esperaba, la severidad de ataque obtenida fue irregular, debido probablemente a múltiples factores relacionados con el ambiente, la ubicación de las plantas sobre las mesas del invernadero y la posible variación genética del material evaluado, ya sea por parte de las plantas como de la bacteria. Estas variaciones pudieron haber sucedido, pese a los esfuerzos realizados para tratar de proporcionar a las plantas condiciones ambientales parecidas a las de la naturaleza. Sin embargo y al respecto, en los invernaderos de los agricultores la severidad de ataque entre plantas es aún mucho más heterogénea, dado que la enfermedad se muestra distribuida en parches que se originan a partir de plantas afectadas generalmente establecidas en sitios en donde existe escurrimiento de agua de lluvia.

MÉTODO DE INOCULACIÓN

De entre las pruebas realizadas para conseguir infectar a las plantas siguiendo los postulados de Koch, se consiguió éxito cuando se inyectó a la bacteria en la proporción de 1×10^7 en la escala de Mc Farland con el método de la “jeringa de insulina” y luego de haber dispensado un riego mediante nebulizadores durante un periodo de 10 horas continuas antes de la inoculación, seguidas de 14 horas continuas de riego después de la inoculación. La humedad relativa se mantuvo cercana al 100 % y la temperatura a 17 °C. La severidad de ataque lograda fue similar a la que ocurre en los invernaderos de los agricultores (Anexo 3). Estos resultados concuerdan

con lo expresado por Blancard (2011), quien menciona que las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son las temperaturas relativamente bajas y la presencia de humedad. Añade al respecto, que los períodos de rocío o niebla, las lluvias, y los riegos por aspersión dejan sobre las plantas una lámina de agua que es muy favorable para las contaminaciones.

4.3.1 SEVERIDAD DE ATAQUE LUEGO DE SIETE DÍAS DE LA INOCULACIÓN

En esta época, dependiendo de los tratamientos, la severidad de ataque fluctuó desde 0% anotado en el Testigo Absoluto (trat. a2) hasta 11.51 % (trat. Complejos enzimáticos bacterianos más células vivas aplicado cada 12 días). El resto de variantes se ubicó en un rango que varió desde 5.12 hasta 9.59 %. Cuando se analizó estadísticamente estos datos, se registró una diferencia altamente significativa (1 %) tanto entre los Testigos como entre éstos versus los otros tratamientos. Por otro lado, los tratamientos variaron entre ellos hasta el nivel del 5 %.

En el grupo de los tratamientos, los bactericidas no variaron estadísticamente en ninguna de las épocas en las que fueron aplicados. Al respecto, el registro promedio general de infección fue de 7.20 % y el coeficiente de variación de 43.81 % (Cuadro 4).

Este coeficiente de variación que es alto e inaceptable cuando se realizan análisis de eficacia por ejemplo de fertilizantes o pesticidas, es normal y aceptable, para analizar el comportamiento entre seres vivos que interactúan activamente en un ambiente irregular en donde crecen y se comportan en conjunto plantas de diverso genotipo frente a microbios de un cortísimo ciclo de vida y habilidad cambiante (Germania Mayla. 2009).

Cuadro 4. Análisis de la varianza de los datos promedios de los porcentajes de infección registrados en el cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicon*) inoculados con *Pseudomonas*, para evaluar biocidas contra la enfermedad mancha negra del tallo. Tumbaco, Pichincha. 2013.

| F de V | GL | CUADRADOS MEDIOS | | | |
|---------------------------|-----|---------------------|----------|-----------|-----------|
| | | SEVERIDAD DE ATAQUE | | | |
| | | 7 días | 15 días | 21 días | 33 días |
| TOTAL | 199 | | | | |
| TRATAMIENTOS | 19 | 54,75* | 84,94* | 554,40** | 554,40* |
| Bactericidas (B) | 5 | 18,34ns | 28,70ns | 59,92ns | 366,70ns |
| Periodos (P) | 2 | 20,63ns | 2,81ns | 16,86ns | 5,35ns |
| B * P | 10 | 29,17ns | 25,07ns | 76,71ns | 391,63ns |
| ADICIONALES | 1 | 516,22** | 856,57** | 1203,30** | 2263,17** |
| “a1” vs. “a2” | 1 | 516,22** | 856,57** | 1203,30** | 2263,17** |
| FAC * ADI | 1 | 99,40** | 357,46** | 649,41** | 1884,01** |
| ERROR EXPERIMENTAL | 180 | 9,94 | 15,78 | 28,11 | 99,73 |
| PROMEDIO % | | 7,20 | 10,56 | 13,16 | 19,85 |
| CV % | | 43,81 | 37,64 | 40,27 | 50,32 |

En el análisis general del comportamiento de los tratamientos según la prueba de diferenciación de Tukey (5 %), se establecieron 4 rangos de significación: en el primero se ubicó solitario y sin infección el Testigo Absoluto (a2).

En el segundo grupo, encabezándolo, se situó el tratamiento a base de Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas aplicado cada 4 días (b2p1 = 5.12 %) y a continuación el tratamiento a base de Complejos pirrolnitricos + células vivas aplicado cada 8 días (b1p2 = 5.67 %).

Los tratamientos a partir de Ácido Oxolínico al 20 % asperjado cada 4 días (b3p1 = 5.69 %) hasta el tratamiento a base de Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada 12 días (b1p3 = 6.61 %) compartieron los rangos de significación "b" y "c". Por su lado, desde el tratamiento a base de Hidróxido de cobre más mancozeb aplicado cada 4 días (b5p1 = 6.92 %) hasta el tratamiento a base de Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas aplicado cada 8 días (b2p2 = 9.59 %) compartieron los grupos de significación "b" "c" y "d" (Cuadro 5).

Respecto a los bactericidas, pese a que no se diferenciaron estadísticamente, con base a los valores promedios aritméticos de infección que se consignan en el Cuadro 2, el producto que mostró el nivel más bajo de infección fue el PS9 (b6 = 6.69 %), en comparación con Complejos enzimáticos bacterianos más células vivas (b2) que alcanzó un promedio de 8.74 %.

Los bactericidas Complejos pirrolnitrinicos + células vivas (b1 = 6.85 %) y Ácido Oxolínico al 20 % (6.89 %) fueron los que presentaron también bajos rangos de infección (Cuadro 5).

En cuanto a las épocas de aplicación, cuando los intervalos fueron más cortos, el efecto protector se expresó con mayor eficacia, tal como se aprecia en el Cuadro 5.

A pesar de que las interacciones entre los bactericidas con los períodos de aplicación tampoco se diferenciaron estadísticamente; los promedios aritméticos fueron menores cuando se aplicó Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas, Complejos pirrolnitrinicos + células vivas y Ácido Oxolínico al 20 % en los períodos más cortos, entre 4 y 8 días (Cuadro 5).

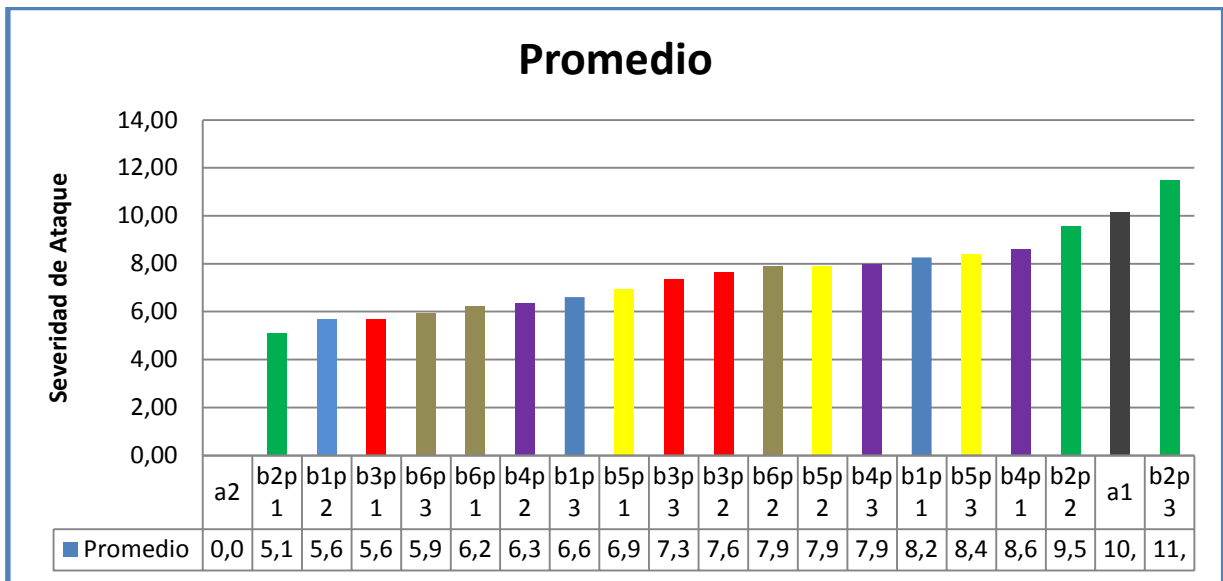


Gráfico 1. Porcentajes de infección promedios registrados a los 7 días de la inoculación en el ensayo “evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo”, Tumbaco, Pichincha. 2013.

Cuadro 5. Promedios y pruebas de significación de la severidad de ataque en el cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

| FACTORES | | | PROMEDIOS | | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|---------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| | | | SEVERIDAD DE ATAQUE | | | | | | | | |
| 7 días | | | 15 días | | | 21 días | | | 33 días | | |
| TRATAMIENTO | | TUKEY | TRATAMIENTO | | TUKEY | TRATAMIENTO | | TUKEY | TRATAMIENTO | | TUKEY |
| a2 | 0.00 | a | a2 | 0.00 | a | a2 | 0.00 | a | a2 | 0.00 | a |
| b2p1 | 5.12 | b | b1p3 | 8.92 | b | b5p1 | 9.76 | b | b1p2 | 13.97 | b |
| b1p2 | 5.67 | b | b5p1 | 9.11 | b | b3p2 | 10.43 | b | b3p2 | 14.87 | b |
| b3p1 | 5.69 | b c | b3p2 | 9.30 | b | b1p2 | 10.99 | b c | b2p2 | 15.75 | b |
| b6p3 | 5.93 | b c | b6p2 | 9.64 | b | b1p1 | 11.03 | b c | b4p3 | 15.77 | b |
| b6p1 | 6.23 | b c | b1p2 | 9.90 | b | b6p2 | 11.71 | b c | b5p1 | 16.11 | b |
| b4p2 | 6.36 | b c | b4p3 | 9.94 | b | b4p3 | 11.83 | b c | b5p2 | 17.17 | b |
| b1p3 | 6.61 | b c | b1p1 | 9.94 | b | b3p3 | 13.13 | b c | b1p1 | 17.44 | b c |
| b5p1 | 6.92 | b c d | b2p1 | 10.31 | b | b5p2 | 13.18 | b c | b6p2 | 17.62 | b c |
| b3p3 | 7.34 | b c d | b5p3 | 10.55 | b | b5p3 | 13.55 | b c | b3p3 | 19.87 | b c |
| b3p2 | 7.64 | b c d | b3p3 | 10.57 | b | b2p1 | 13.73 | b c | b5p3 | 20.03 | b c |
| b6p2 | 7.90 | b c d | b5p2 | 11.33 | b | b2p3 | 14.41 | b c | b2p1 | 20.26 | b c |
| b5p2 | 7.92 | b c d | b6p1 | 11.70 | b | b1p3 | 14.61 | b c | b2p3 | 21.03 | b c |
| b4p3 | 7.99 | b c d | b4p2 | 12.07 | b | b2p2 | 14.62 | b c | b4p1 | 21.24 | b c |
| b1p1 | 8.26 | b c d | b3p1 | 12.30 | b | b6p3 | 15.45 | b c | a1 | 21.28 | b c d |
| b5p3 | 8.43 | b c d | b2p2 | 12.40 | b | a1 | 15.51 | b c | b1p3 | 22.52 | b c d |
| b4p1 | 8.61 | b c d | b4p1 | 12.76 | b | b4p1 | 16.16 | b c | b6p3 | 26.19 | b c d |
| b2p2 | 9.59 | b c d | b6p3 | 13.06 | b | b3p1 | 16.60 | b c | b3p1 | 27.28 | b c d |
| a1 | 10.16 | c d | a1 | 13.09 | b | b6p1 | 18.25 | c | b4p2 | 31.92 | c d |
| b2p3 | 11.51 | d | b2p3 | 14.20 | b | b4p2 | 18.28 | c | b6p1 | 36.60 | d |
| BACTERICIDAS | | | BACTERICIDAS | | | BACTERICIDAS | | | BACTERICIDAS | | |
| b6 | 6.69 | | b1 | 9.59 | | b1 | 12.2 | | b5 | 17.8 | |
| b1 | 6.85 | | b5 | 10.3 | | b5 | 12.2 | | b1 | 18.0 | |
| b3 | 6.89 | | b3 | 10.7 | | b3 | 13.4 | | b2 | 19.0 | |
| b4 | 7.65 | | b6 | 11.5 | | b2 | 14.3 | | b3 | 20.7 | |
| b5 | 7.76 | | b4 | 11.6 | | b6 | 15.1 | | b4 | 23.0 | |
| b2 | 8.74 | | b2 | 12.3 | | b4 | 15.4 | | b6 | 26.8 | |
| PERIODOS | | | PERIODOS | | | PERIODOS | | | PERIODOS | | |
| p1 | 6.81 | | p2 | 10.8 | | p2 | 13.2 | | p2 | 18.5 | |
| p2 | 7.52 | | p1 | 11 | | p3 | 13.8 | | p3 | 20.9 | |
| p3 | 7.97 | | p3 | 11.2 | | p1 | 14.3 | | p1 | 23.2 | |

Continuación Cuadro 5.

| FACTORES | | PROMEDIOS | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|---------------------|------------------------|---------|-------|------------------------|-------|---------|------------------------|-------|-----|
| | | SEVERIDAD DE ATAQUE | | | | | | | | | |
| | | 7 días | | 15 días | | 21 días | | 33 días | | | |
| BXP | | BXP | | BXP | | BXP | | BXP | | | |
| b2p1 | 5.12 | b1p3 | 8.92 | b5p1 | 9.76 | b1p2 | 13.97 | | | | |
| b1p2 | 5.67 | b5p1 | 9.11 | b3p2 | 10.43 | b3p2 | 14.87 | | | | |
| b3p1 | 5.69 | b3p2 | 9.30 | b1p2 | 10.99 | b2p2 | 15.75 | | | | |
| b6p3 | 5.93 | b6p2 | 9.64 | b1p1 | 11.03 | b4p3 | 15.77 | | | | |
| b6p1 | 6.23 | b1p2 | 9.90 | b6p2 | 11.71 | b5p1 | 16.11 | | | | |
| b4p2 | 6.36 | b4p3 | 9.94 | b4p3 | 11.83 | b5p2 | 17.17 | | | | |
| b1p3 | 6.61 | b1p1 | 9.94 | b3p3 | 13.13 | b1p1 | 17.44 | | | | |
| b5p1 | 6.92 | b2p1 | 10.31 | b5p2 | 13.18 | b6p2 | 17.62 | | | | |
| b3p3 | 7.34 | b5p3 | 10.55 | b5p3 | 13.55 | b3p3 | 19.87 | | | | |
| b3p2 | 7.64 | b3p3 | 10.57 | b2p1 | 13.73 | b5p3 | 20.03 | | | | |
| b6p2 | 7.90 | b5p2 | 11.33 | b2p3 | 14.41 | b2p1 | 20.26 | | | | |
| b5p2 | 7.92 | b6p1 | 11.70 | b1p3 | 14.61 | b2p3 | 21.03 | | | | |
| b4p3 | 7.99 | b4p2 | 12.07 | b2p2 | 14.62 | b4p1 | 21.24 | | | | |
| b1p1 | 8.26 | b3p1 | 12.30 | b6p3 | 15.45 | b1p3 | 22.52 | | | | |
| b5p3 | 8.43 | b2p2 | 12.40 | b4p1 | 16.16 | b6p3 | 26.19 | | | | |
| b4p1 | 8.61 | b4p1 | 12.76 | b3p1 | 16.60 | b3p1 | 27.28 | | | | |
| b2p2 | 9.59 | b6p3 | 13.06 | b6p1 | 18.25 | b4p2 | 31.92 | | | | |
| b2p3 | 11.51 | b2p3 | 14.20 | b4p2 | 18.28 | b6p1 | 36.60 | | | | |
| ADICIONALES | | DMS | ADICIONALES | | DMS | ADICIONALES | | DMS | ADICIONALES | | DMS |
| a2 | 0.00 | a | a2 | 0.00 | a | a2 | 0.00 | a | a2 | 0.00 | a |
| a1 | 10.16 | b | a1 | 13.09 | b | a1 | 15.51 | b | a1 | 21.28 | b |
| FACTORIAL vs. ADICIONAL | | DMS | FACTORIAL VS ADICIONAL | | DMS | FACTORIAL VS ADICIONAL | | DMS | FACTORIAL VS ADICIONAL | | DMS |
| Adicional | 5.08 | a | Adicional | 6.55 | a | Adicional | 7.76 | a | Adicional | 10.64 | a |
| Factorial | 7.43 | a | Factorial | 11.00 | b | Factorial | 13.76 | b | Factorial | 20.87 | a |

4.3.2 SEVERIDAD DE ATAQUE LUEGO DE QUINCE DÍAS DE LA INOCULACIÓN

Como se esperaba, de manera general, en esta época la severidad de ataque se incrementó desde 7.20 hasta 10.56 % de infección promedio.

No obstante, tanto el comportamiento de los bactericidas como las épocas de aplicación y sus interacciones, continuaron como en la lectura efectuada a los 7 días, diferenciándose estadísticamente bajo el mismo patrón de comportamiento.

De este modo, los tratamientos se diferenciaron al nivel del 5%, en tanto que, los adicionales y los bactericidas versus los adicionales se diferenciaron al nivel del 1% (cuadro 4). En este caso el CV correspondió al 37.64 %.

De acuerdo a la prueba de diferenciación de Tukey, los tratamientos se agruparon en dos rangos: en el primero se situó el Testigo Absoluto (trat. “a2”) sin infección, en tanto que, en el segundo encabezó el rango el producto Complejos pirrolnitrinicos + células vivas asperjado cada 12 días (trat. “b1p3”) con un promedio de 8.92 % y al final el bactericida Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas aplicado también cada 12 días (Cuadro 5).

La diferencia aritmética en el comportamiento de los bactericidas fue mínima, sin embargo, el que registró el menor porcentaje de severidad fue a base Complejos pirrolnitrinicos + células vivas (9.59 %) y el que mostró el mayor porcentaje fue el Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas (12.3 %) (Cuadro 5).

En lo que concierne a las épocas de aplicación también las diferencias fueron mínimas, a pesar de lo cual, la severidad de ataque menor correspondió a las aplicaciones cada 8 días versus la de mayor severidad que sucedió cuándo se aplicaron los productos cada 12 días. Estos resultados discrepan con los esperados debido a que se suponía que la menor infección debía ocurrir con las aplicaciones cada 4 días (Cuadro 5).

En lo que se refiere a la interacción entre los bactericidas con las épocas de aplicación, la menor severidad ocurrió con Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada 12 días (8.92 %), en contraste con Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas también aplicada en la época más tardía (14.2 %) (Cuadro 5).

Las diferencias mínimas registradas en el comportamiento de los bactericidas, épocas de aplicación e interacciones entre bactericidas por épocas, pudieron deberse, a la apreciación subjetiva de la severidad, lo cual conlleva a la ocurrencia de este tipo de errores, a pesar de que las calificaciones fueron rigurosas y correspondieron al promedio de las anotaciones de dos personas.

La severidad de ataque registrada entre los tratamientos Testigo con y sin inóculo (adicionales), tal como se esperaba fue muy notoria; esto es: 0 % para el Testigo sin inóculo y 13.09 % para el inoculado (Cuadro 5).

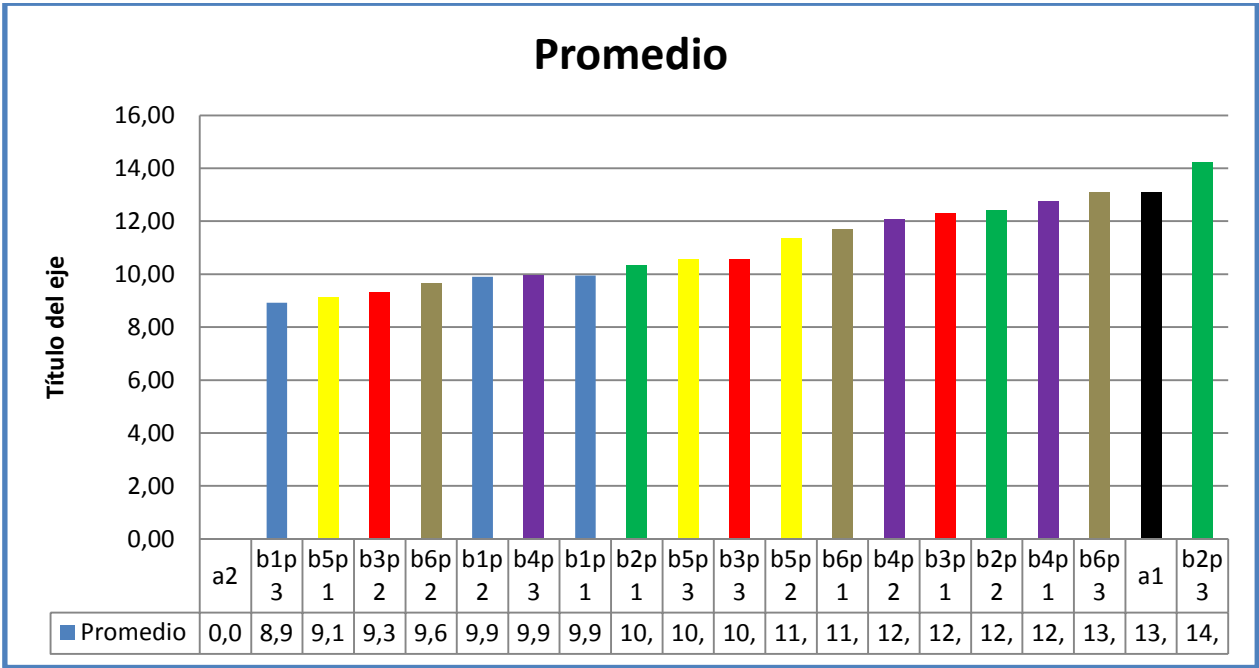


Gráfico 2. Esquematización de los datos promedios de infección ocasionados por *Pseudomonas syringae* a plantas de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), tratadas con diversos biocidas. Datos registrados luego de 15 días de la inoculación. Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.3.3 SEVERIDAD DE ATAQUE A LOS 21 DÍAS DE LA INOCULACIÓN

En esta época la severidad de ataque se incrementó en comparación a la época anterior (13.16 % versus 10.56 %).

Los datos de registro de infección de los tratamientos fueron parecidos a los tomados a los 15 días, pero, en este caso, variaron al nivel del 1%, al igual que los anotados para los Testigos (adicionales) y consecuentemente para el factorial versus adicionales (Cuadro 4).

En esta oportunidad, según la prueba de significación de Tukey (5%) se detectaron tres rangos de significación: en el primero sin infección se ubicó solitario el Testigo sin inóculo; en el segundo, encabezándolo se situó la mezcla de hidróxido de cobre más mancozeb aplicada cada 4 días (trat. “b5p1” = 9.76 %) acompañado de Ácido Oxolínico al 20 % cada 8 días (trat. b3p2 = 10.43 %) (Cuadro 5).

Compartiendo el segundo y tercer grupo se situaron algunos tratamientos que presentaron porcentajes de infección que variaron desde 10.99 % (trat. b1p2 = Complejos pirrolnitricos más células vivas aplicado cada 8 días) hasta 16.60 % (trat. b3p1 = Ácido Oxolínico al 20 % aplicado cada 4 días).

El tercer rango fue compartido de manera exclusiva por los tratamientos más infectados, esto es, por PS9 aplicado cada 4 días (18.25 %) y por Sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina asperjado cada 8 días (18.28 %) (Cuadro 5).

Los bactericidas de mejor performance fueron el Complejos pirrolnitricos más células vivas e Hidróxido de cobre más Mancozeb, que presentaron los dos un 12.2 % de infección. Por otro lado, el Sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina mostró la menor eficacia al haber registrado un 15.4% de infección (Cuadro 5).

En lo que se refiere a las épocas de aplicación, la que mostró los menores índices de infección fue cuando se realizaron cada 8 días (Cuadro 5).

En la interacción de bactericidas por períodos de aplicación se destacaron por haber presentado los menores índices de severidad de ataque el Hidróxido de cobre más Mancozeb, (9.76 %) junto con Ácido Oxolínico al 20 % (10.43 %) y Complejos pirrolnitricos + células vivas (10.99 %). Por otro lado, PS9 (18.25 %) y Sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina (18.28 %), mostraron los mayores porcentajes de infección (Cuadro 5).

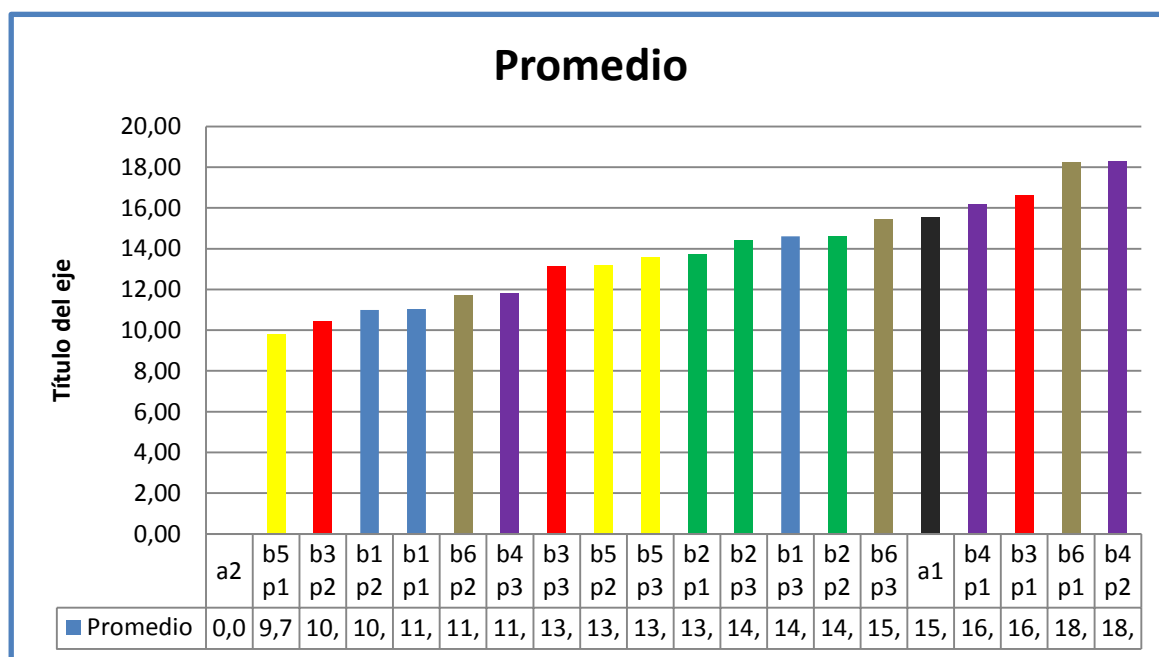


Gráfico 3. Datos promedios de infección que presentaron los tratamientos a los 21 días de inoculación en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad “mancha negra del tallo” que afecta al tomate de mesa. Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.3.4 SEVERIDAD DE ATAQUE A LOS 33 DÍAS DE LA INOCULACIÓN

En esta última lectura de la severidad de ataque, de manera general, el comportamiento de las variables fue parecida, así por ejemplo, los tratamientos se diferenciaron entre sí significativamente, los bactericidas al igual que las épocas de aplicación no se diferenciaron, los testigos variaron entre ellos y con los tratamientos al nivel del 1 %.

La incidencia de la enfermedad en esta época, como era de esperarse, se incrementó respecto a la anterior desde 13.16 % hasta 19.85 % (Cuadro 4).

De acuerdo a la prueba de significación de Tukey, los tratamientos se agruparon en cuatro rangos: en el primero se ubicó solitario el Testigo Absoluto sin inóculo.

El segundo fue ocupado de manera exclusiva por los tratamientos a base de Complejos pirrolnitrinicos más células vivas cada 8 días (trat. b1p2), Ácido Oxolínico al 20 % cada 8 días (trat. b3p2), Complejos enzimáticos bacterianos más células vivas cada 8 días (b2p2), Sulfato de gentamicina mas clorhidrato de oxitetraciclina asperjado cada 12 días (trat. b4p3) e Hidróxido de cobre más Mancozeb aplicados cada 4 y 8 días (trat. b5p1 y b5p2).

El resto de tratamientos se situaron compartiendo diferentes rangos de significación estadística. El tratamiento a base PS9 fue el que demostró la menor eficacia y se ubicó solitario en el último rango (Cuadro 5).

El mayor efecto bactericida se logró con la mezcla entre Hidróxido de cobre más Mancozeb la misma que mostró un porcentaje de infección correspondiente al 17.8 % (bactericida b5).

Le siguieron de cerca en el efecto protector los productos Complejos pirrolnitrinicos + células vivas con 18.0 % (bactericida b1) y Complejos enzimáticos bacterianos más células vivas con 19 % (bactericida b2) (Cuadro 5).

En cuanto a las épocas de aplicación se destacaron las efectuadas cada 8 días con 18.5% de infección promedio, tal como se aprecia en el cuadro 5.

En esta época, la interacción entre Complejos pirrolnitrinicos más células vivas aplicado cada 8 días “b1p2” ofreció la severidad de ataque más baja (13.97 %), a diferencia de la interacción “b6p1” (PS9 aplicada cada 4 días), que mostró la mayor severidad de ataque con un promedio de 36.60 % (Cuadro 5).

De acuerdo a la prueba de significación DMS al 5 % para diferenciar al adicional vs factorial (Cuadro 4), se observa que los adicionales y factoriales se situaron en un mismo rango de significación, destacándose con el menor porcentaje de infección el adicional con un promedio de 10.64 %, mientras que, el mayor porcentaje de severidad se registró con el factorial al haber alcanzado un promedio de 20.87 %.

Analizando el comportamiento de los bactericidas y sus variantes, los productos que controlaron a la enfermedad con mayor eficacia en las cuatro épocas de aplicación fueron en su respectivo orden los siguientes: Complejos pirrolnitrinicos + células vivas (fungicida – bacteriostático de acción preventiva y curativa), Hidróxido de cobre más Mancozeb (fungicidas - bacteriostático) y Ácido Oxolínico al 20 % (bacteriostático - bactericida).

Cuadro 6. Promedio de la severidad de ataque en 4 periodos para la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad “mancha negra del tallo” que afecta al tomate de mesa. Tumbaco, Pichincha. 2013.

| Tratamientos | 7 días | 15 días | 21 días | 33 días | Infección promedio |
|---------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------|
| b1p1 | 8,26 | 9,94 | 11,03 | 17,44 | 11.67 |
| b1p2 | 5,67 | 9,9 | 10,99 | 13,97 | 10.13 |
| b1p3 | 6,61 | 8,92 | 14,61 | 22,52 | 13.17 |
| b2p1 | 5,12 | 10,31 | 13,73 | 20,26 | 12.36 |
| b2p2 | 9,59 | 12,4 | 14,62 | 15,75 | 13.09 |
| b2p3 | 11,51 | 14,2 | 14,41 | 21,03 | 15.29 |
| b3p1 | 5,69 | 12,3 | 16,6 | 27,28 | 15.47 |
| b3p2 | 7,64 | 9,3 | 10,43 | 14,87 | 10.56 |
| b3p3 | 7,34 | 10,57 | 13,13 | 19,87 | 12.73 |
| b4p1 | 8,61 | 12,76 | 16,16 | 21,24 | 14.69 |
| b4p2 | 6,36 | 12,07 | 18,28 | 31,92 | 17.16 |
| b4p3 | 7,99 | 9,94 | 11,83 | 15,77 | 11.38 |
| b5p1 | 6,92 | 9,11 | 9,76 | 16,11 | 10.48 |
| b5p2 | 7,92 | 11,33 | 13,18 | 17,17 | 12.4 |
| b5p3 | 8,43 | 10,55 | 13,55 | 20,03 | 13.14 |
| b6p1 | 6,23 | 11,70 | 18,25 | 36,60 | 18.20 |
| b6p2 | 7,90 | 9,64 | 11,71 | 17,62 | 11.72 |
| b6p3 | 5,93 | 13,06 | 15,45 | 26,19 | 15.16 |
| T.I. | 10,16 | 13,09 | 15,51 | 21,28 | 15.01 |
| T.A | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Complejos pirrolnitrinicos más células vivas aplicado cada 8 días que fue el más destacado en el combate de la enfermedad, marcó una infección constante y regular en las cuatro lecturas, cuyo promedio equivalió a 10.13 %. Las aplicaciones con el mismo producto a los 4 y 12 días

también ejercieron un buen control y los promedios de las infecciones marcaron una baja diferencia entre ellas, habiéndose establecido un rango de 3.04 %. El promedio de infección acumulado de las cuatro lecturas correspondió a 34.97

El Hidróxido de Cobre más Mancozeb aplicado cada 4 días fue el producto que le siguió en eficacia a Complejos pirrolnitrinicos más células vivas, al haber registrado 10.48 % de infección. En este caso, la eficacia del bactericida mantuvo un comportamiento estable en todas las lecturas y la diferencia con las otras infecciones promedias generadas a los 4 y 8 días se ajustaron a un rango de 2.66 %.

El promedio de infección acumulado de las cuatro lecturas correspondió a 36.02.

El producto que ocupó el tercer lugar en eficacia para controlar la enfermedad, fue Ácido Oxolínico al 20 %, sobre todo cuando se lo aplicó cada 8 días, en cuyo caso, mostró una infección promedia de 10.56 % y un patrón estable de comportamiento comparado con las otras épocas.

En esta vez las infecciones promedias de las severidades de ataque registradas a los 4 y 12 días se suscribieron en un rango de 2.74 %. El promedio de infección acumulado de las cuatro lecturas correspondió a 40.74.

Cuando se aplica un biocida para proteger a un cultivo del ataque de determinado patógeno, se espera una vez establecida la enfermedad, que mientras las aplicaciones se realicen en períodos cortos y repetitivos, el control será mejor, pero, no siempre sucede así.

Puesto que la ocurrencia de la enfermedad se ajusta a la presencia de factores ineludibles como el ambiente, hospedante y patógeno, el bactericida a su vez, depende de la dosis y sobre todo de su biodisponibilidad y período de vida útil. En el presente caso, la eficacia de los bactericidas en las diversas épocas está sujeta al mecanismo de acción de los productos.

Por otro lado, el incremento de la severidad de ataque en todos los tratamientos conforme avanzó el ciclo del cultivo era de esperarse, dado la gran cantidad de labores culturales que se tuvo que otorgar al cultivo, al haber iniciado las plantas su periodo de floración y fructificación (Gráfico 5).

Esto concuerda con lo expuesto por Blancard, (2011) quien aduce que la penetración y la diseminación de la bacteria se puede efectuar por heridas accidentales o provocadas en las operaciones culturales, como el desyemado, deshojado y la recolección.

Por último, los elevados coeficientes de variación obtenidos en los análisis estadísticos cuando se analizaron los porcentajes de infección, pudieron deberse entre otros factores, al corto ciclo de vida de las bacterias, a su inherente variabilidad genética, al ambiente cambiante en la mesa del invernadero y a la biodisposición de los productos.

Estos valores son el resultado del análisis de porcentajes de infección contabilizados en foliolos con alta esporulación versus otros con escasos números de bacterias. En este caso, ambas situaciones se sujetan al ciclo de vida microbiano y al período de generación de esporas.

De este modo, la dinámica poblacional microbiana depende de la interacción compleja de factores físico-químicos y de manejo involucrados en el proceso infectivo; tanto así, que los problemas en la evaluación de la severidad están asociados a efectos biológicos determinantes.

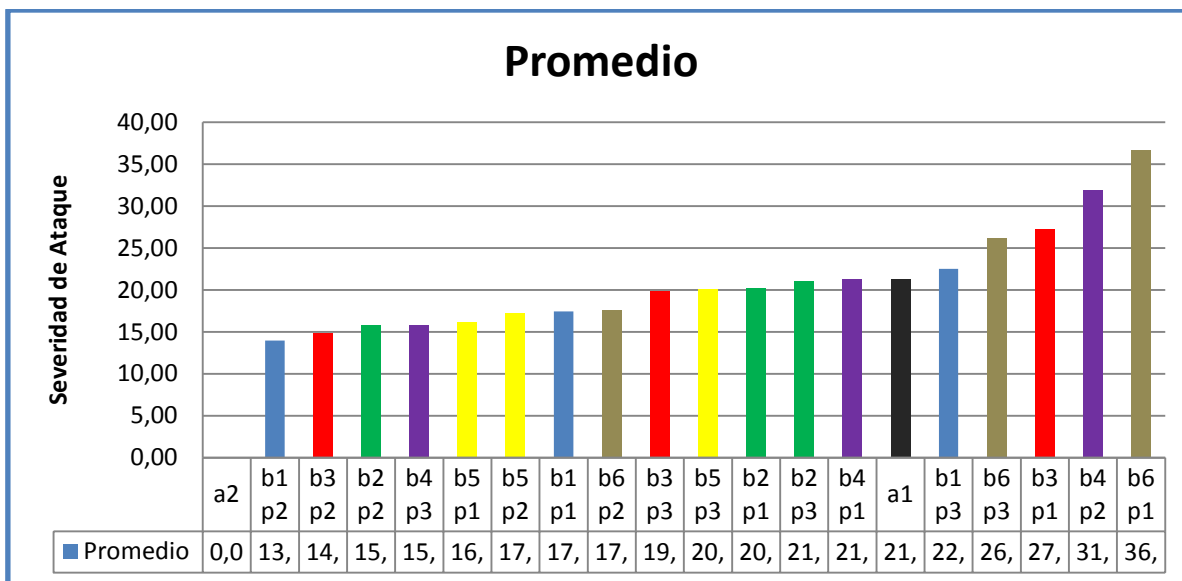


Gráfico 4. Datos promedios de la severidad de ataque registrados a los 33 días de la inoculación de *Pseudomonas* a las plantas del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

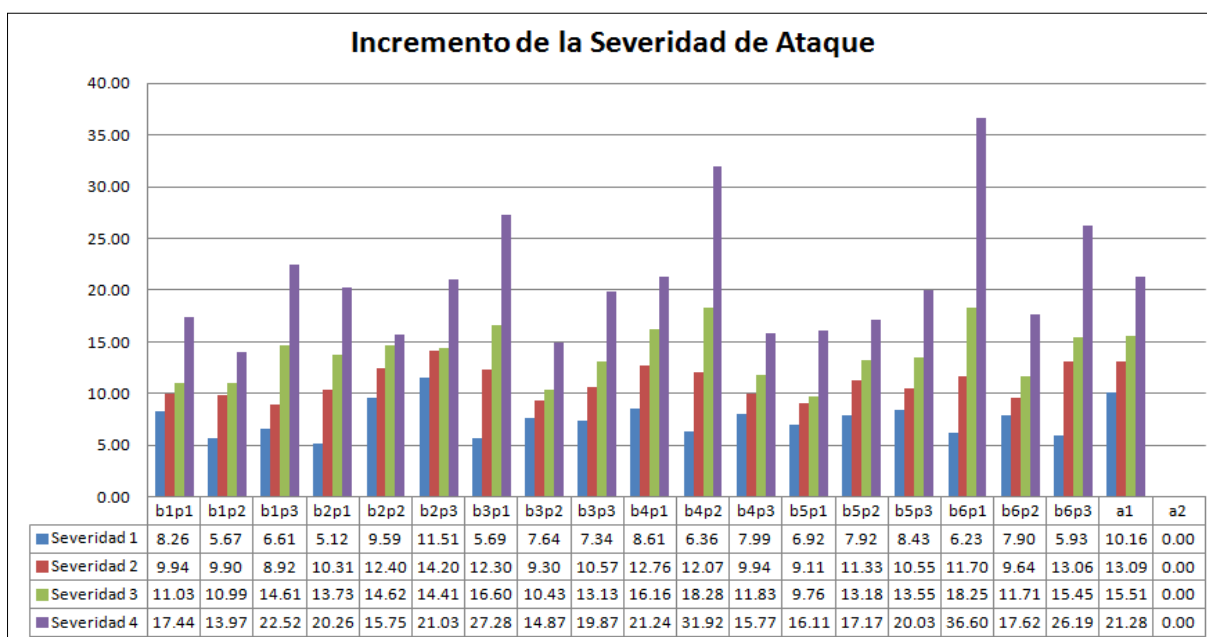


Gráfico 5. Incremento de la severidad de ataque de la bacteria *Pseudomonas*, al cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.3.5 NÚMERO DE FRUTOS EN EL PRIMER PISO DE PRODUCCIÓN

El número de frutos por planta en el primer corte fue variable y dependió del tratamiento. El rango de fluctuación fue desde 4.60 hasta 8.60 (Gráfico 6).

Estadísticamente esta variación alcanzó el 5 % entre tratamientos y entre bactericidas por épocas de aplicación. Por otro lado, los testigos con y sin inóculo se diferenciaron al nivel del 1 % (Cuadro 7).

El promedio general de frutos fue de 6.20 y su coeficiente de variación de 33.67 %.

Cuadro 7. Análisis de varianza del número y peso de frutos que produjeron las plantas del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

| F de V | GL | CUADRADOS MEDIOS | | | |
|-------------------------|-----|------------------|-------------------|------------------------|------------------------|
| | | Número de frutos | Peso frutos total | Peso segunda categoría | Peso tercera categoría |
| TOTAL | 199 | | | | |
| TRATAMIENTOS | 19 | 8,24* | 82984,59* | 3166,42* | 648,11ns |
| Bactericidas (B) | 5 | 5,91ns | 26737,65ns | 466,70ns | 397,22ns |
| Periodos (P) | 2 | 2,54ns | 51159,95ns | 342,04ns | 642,94ns |
| B * P | 10 | 8,61* | 78806,36* | 4728,42** | 643,79ns |
| ADICIONAL | 1 | 33,80** | 549792,80** | 9401,17* | 2587,43* |
| a1 vs. a2 | 1 | 33,80** | 549792,80** | 9401,17* | 2587,43* |
| FAC X ADI | 1 | 1,93ns | 2842,58ns | 459,09ns | 16,77ns |
| ERROR | 180 | 4,36 | 43650,62 | 1709,65 | 469,98 |
| EXPERIMENTAL | | | | | |
| PROMEDIO | | 6,20 | 575,71g | 117,4g | 59,47g |
| CV % | | 33,67 | 36,29 | 35,21 | 36,45 |

En el análisis estadístico de los tratamientos (Cuadro 8), según la prueba de diferenciación de Tukey 5 %, se agruparon éstos en dos rangos de significación. En el primero se ubicó encabezándolo al producto Complejos pirrolnitrinicos más células vivas asperjado cada 4 días con un promedio de 8.60 frutos/planta, mientras que, en la última posición del segundo rango se situó el Testigo inoculado con un promedio de 4.60 frutos/planta.

Los tratamientos a base de Hidróxido de cobre más Mancozeb aplicado cada 8 días y el Testigo sin inocular, ocuparon lugares destacados dentro del primero grupo con 7.20 frutos/planta. El hecho de que Complejos pirrolnitrinicos + células vivas “b1p1” haya superado en el número de frutos al Testigo sin inóculo “a2” 7.2 frutos/planta, pudo deberse, al aporte adicional del producto, el cual se caracteriza por contener sustancias antibióticas y por poseer células bacterianas benéficas de *Pseudomonas fluorescens*, que inducen procesos de regulación o restablecimiento del tejido afectado, lo que permitió que las plantas tratadas puedan mantener o mejorar la producción.

Por otro lado, cuando se analizó el comportamiento de los bactericidas, fue el Complejos pirrolnitrinicos más células vivas el que ofreció la mayor cantidad de frutos con un promedio de 6.83 por planta, a diferencia del Ácido Oxolínico al 20 % con un promedio de 5.77 frutos/planta, con la menor cantidad de frutos.

También se obtuvieron buenas cantidades de frutos por planta con el Hidróxido de cobre más Mancozeb (6.70) y con PS9 (6.20) (Cuadro 8).

En lo que se refiere a las épocas de aplicación la mejor respuesta se encontró cuando se aplicaron los tratamientos cada 4 días “p1” con un promedio de 6,40 frutos/planta, mientras que, la menor respuesta correspondió a las aplicaciones cada 8 días “p2”, con un promedio de 6.00 frutos/planta.

Para analizar los adicionales, utilizando la prueba DMS al 5% se detectaron dos rangos de significación, habiéndose ubicado en el primer lugar el Testigo sin inóculo (“a2” = testigo absoluto), con un promedio de 7.20 frutos/planta y, en el último lugar el Testigo inoculado “a1” con un promedio de 4.60 frutos/planta (Cuadro 8).

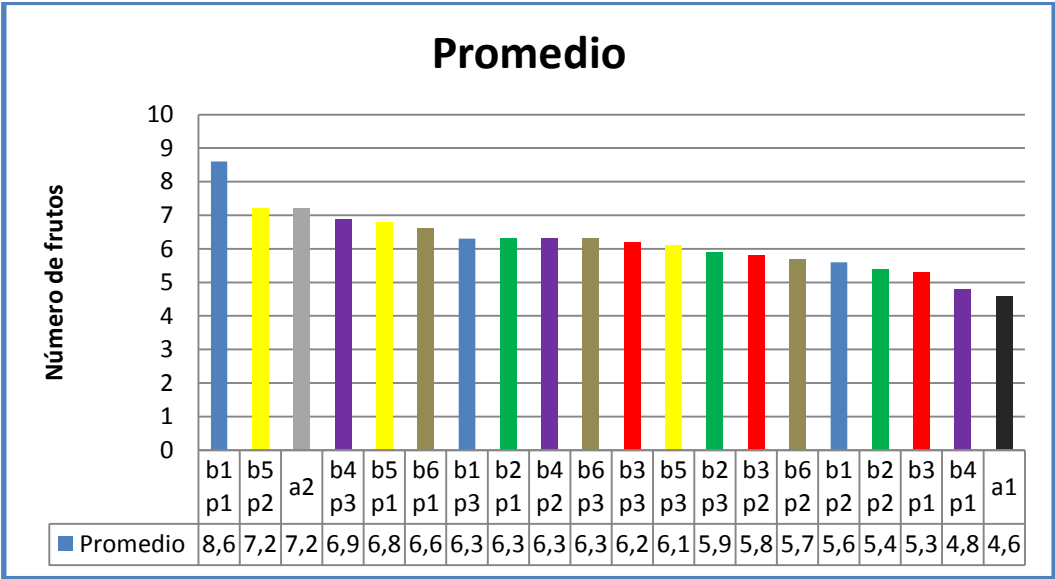


Gráfico 6.Datos promedios de los números de frutos en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

Cuadro 8. Promedios y pruebas de significancia para cuatro variables en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

| FACTORES | | | PROMEDIOS | | | | | | | |
|------------------|-------|-----|----------------------|--------|-------------------------------|-------|--------|------------------------------|-------|-------|
| | | | PRIMER PISO | | | | | | | |
| Número de Frutos | | | Peso Total de frutos | | Peso frutos Segunda categoría | | | Peso frutos Tercer categoría | | |
| TRATAMIENTO | TUKEY | | TRATAMIENTO | TUKEY | TRATAMIENTO | TUKEY | | TRATAMIENTO | TUKEY | |
| b1p1 | 8.60 | a | a2 | 730.20 | a | b6p3 | 142.72 | a | b5p1 | 75.57 |
| b5p2 | 7.20 | a | b6p1 | 695.70 | a | b5p1 | 139.76 | a | b2p1 | 75.49 |
| a2 | 7.20 | a b | b5p2 | 688.50 | a | b6p1 | 137.64 | a | a2 | 69.98 |
| b4p3 | 6.90 | a b | b5p1 | 662.60 | a | a2 | 134.54 | a | b3p3 | 66.66 |
| b5p1 | 6.80 | a b | b1p1 | 651.90 | a | b3p3 | 133.94 | a | b1p2 | 64.13 |
| b6p1 | 6.60 | a b | b2p1 | 629.90 | a | b1p3 | 132.42 | a | b2p3 | 62.59 |
| b1p3 | 6.30 | a b | b4p3 | 628.10 | a | b5p2 | 128.87 | a | b3p1 | 60.41 |
| b2p1 | 6.30 | a b | b3p3 | 625.80 | a | b2p2 | 124.29 | a | b6p3 | 60.39 |
| b4p2 | 6.30 | a b | b1p3 | 604.20 | a | b2p1 | 121.38 | a | b4p3 | 59.36 |
| b6p3 | 6.30 | a b | b6p3 | 597.60 | a | b4p2 | 120.52 | a | b1p1 | 58.25 |
| b3p3 | 6.20 | a b | b4p2 | 566.70 | a | b4p3 | 118.18 | a | b4p1 | 57.94 |
| b5p3 | 6.10 | a b | b2p3 | 553.00 | a | b3p2 | 117.42 | a | b5p3 | 57.30 |
| b2p3 | 5.90 | a b | b3p2 | 545.60 | a | b2p3 | 114.17 | a | b5p2 | 57.28 |
| b3p2 | 5.80 | a b | b5p3 | 535.40 | a | b1p2 | 110.43 | a | b3p2 | 57.22 |
| b6p2 | 5.70 | a b | b1p2 | 513.40 | a | b3p1 | 107.34 | a | b1p3 | 55.77 |
| b1p2 | 5.60 | a b | b2p2 | 500.80 | a | b4p1 | 102.47 | a | b4p2 | 55.66 |
| b2p2 | 5.40 | a b | b3p1 | 489.10 | a | b1p1 | 99.38 | a | b6p2 | 53.18 |
| b3p1 | 5.30 | b | b4p1 | 451.50 | a | b6p2 | 91.34 | a | b2p2 | 48.44 |
| b4p1 | 4.80 | b | b6p2 | 445.60 | a | a1 | 91.18 | a | a1 | 47.24 |
| a1 | 4.60 | b | a1 | 398.60 | a | b5p3 | 80.08 | a | b6p1 | 46.71 |
| BACTERICIDAS | | | BACTERICIDAS | | BACTERICIDAS | | | BACTERICIDAS | | |
| b1 | 6.83 | | b5 | 628.83 | | b6 | 123.90 | | b5 | 63.38 |
| b5 | 6.70 | | b1 | 589.83 | | b2 | 119.94 | | b2 | 62.17 |
| b6 | 6.20 | | b6 | 579.63 | | b3 | 119.57 | | b3 | 61.43 |
| b4 | 6.00 | | b2 | 561.23 | | b5 | 116.24 | | b1 | 59.38 |
| b2 | 5.87 | | b3 | 553.50 | | b1 | 114.07 | | b4 | 57.65 |
| b3 | 5.77 | | b4 | 548.77 | | b4 | 113.72 | | b6 | 53.43 |
| PERIODOS | | | PERIODOS | | PERIODOS | | | PERIODOS | | |
| p1 | 6.40 | | p1 | 596.78 | | p3 | 120.25 | | p1 | 62.39 |
| p3 | 6.28 | | p3 | 590.68 | | p1 | 117.99 | | p3 | 60.34 |
| p2 | 6.00 | | p2 | 543.43 | | p2 | 115.48 | | p2 | 55.98 |

Continuación Cuadro 8.

| FACTORES | | | PROMEDIOS | | | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|------------------------|--------|-------------------------------|------------------------|--------|-------------------------------|------------------------|-------|-----|
| | | | PRIMER PISO | | | | | | | | |
| Número de Frutos | | | Peso de Frutos | | Peso Frutos Segunda Categoría | | | Peso frutos Tercera Categoría | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| BXP | | TUKEY | BXP | | TUKEY | BXP | | TUKEY | BXP | | |
| b1p1 | 8.60 | a | b6p1 | 695.70 | a | b6p3 | 142.72 | a | b5p1 | 75.57 | |
| b5p2 | 7.20 | a | b5p2 | 688.50 | a | b5p1 | 139.76 | a | b2p1 | 75.49 | |
| b4p3 | 6.90 | a b | b5p1 | 662.60 | a | b6p1 | 137.64 | a | b3p3 | 66.66 | |
| b5p1 | 6.80 | a b | b1p1 | 651.90 | a | b3p3 | 133.94 | a | b1p2 | 64.13 | |
| b6p1 | 6.60 | a b | b2p1 | 629.90 | a | b1p3 | 132.42 | a | b2p3 | 62.59 | |
| b1p3 | 6.30 | a b | b4p3 | 628.10 | a | b5p2 | 128.87 | a | b3p1 | 60.41 | |
| b2p1 | 6.30 | a b | b3p3 | 625.80 | a | b2p2 | 124.29 | a | b6p3 | 60.39 | |
| b4p2 | 6.30 | a b | b1p3 | 604.20 | a | b2p1 | 121.38 | a | b4p3 | 59.36 | |
| b6p3 | 6.30 | a b | b6p3 | 597.60 | a | b4p2 | 120.52 | a | b1p1 | 58.25 | |
| b3p3 | 6.20 | a b | b4p2 | 566.70 | a | b4p3 | 118.18 | a | b4p1 | 57.94 | |
| b5p3 | 6.10 | a b | b2p3 | 553.00 | a | b3p2 | 117.42 | a | b5p3 | 57.30 | |
| b2p3 | 5.90 | a b | b3p2 | 545.60 | a | b2p3 | 114.17 | a | b5p2 | 57.28 | |
| b3p2 | 5.80 | a b | b5p3 | 535.40 | a | b1p2 | 110.43 | a | b3p2 | 57.22 | |
| b6p2 | 5.70 | a b | b1p2 | 513.40 | a | b3p1 | 107.34 | a | b1p3 | 55.77 | |
| b1p2 | 5.60 | a b | b2p2 | 500.80 | a | b4p1 | 102.47 | a | b4p2 | 55.66 | |
| b2p2 | 5.40 | a b | b3p1 | 489.10 | a | b1p1 | 99.38 | a | b6p2 | 53.18 | |
| b3p1 | 5.30 | b | b4p1 | 451.50 | a | b6p2 | 91.34 | a | b2p2 | 48.44 | |
| b4p1 | 4.80 | b | b6p2 | 445.60 | a | b5p3 | 80.08 | a | b6p1 | 46.71 | |
| ADICIONALES | | DMS | ADICIONALES | | DMS | ADICIONALES | | DMS | ADICIONALES | | DMS |
| a2 | 7.20 | a | a2 | 730.20 | a | a2 | 134.54 | a | a2 | 69.98 | a |
| a1 | 4.60 | b | a1 | 398.60 | b | a1 | 91.18 | b | a1 | 47.24 | b |
| FACTORIAL vs. ADICIONAL | | | FACTORIAL VS ADICIONAL | | | FACTORIAL VS ADICIONAL | | | FACTORIAL VS ADICIONAL | | |
| Factorial | 6.23 | | Factorial | 576.97 | | Factorial | 117.91 | | Factorial | 59.57 | |
| Adicional | 5.90 | | Adicional | 564.40 | | Adicional | 112.86 | | Adicional | 58.61 | |

4.3.6. PESO DE FRUTOS PRIMER PISO DE PRODUCCIÓN

De acuerdo al ADEVA, al igual que lo ocurrido con el número, el peso de frutos por planta en el primer corte fue variable y dependió del tratamiento.

El rango de fluctuación fue desde 730.20 g/planta (trat. “a2” = Testigo no inoculado) hasta 398.60 (trat. “a1” = Testigo inoculado) (Grafico 7).

Estadísticamente esta variación alcanzó el 1% entre testigos y el 5% entre tratamientos y entre bactericidas por épocas de aplicación (Cuadro 7). El peso promedio general de frutos fue de 575.71 g y su coeficiente de variación de 36.29 %.

En este caso, de acuerdo a la prueba de diferenciación de Tukey 5% (cuadro 8), los tratamientos se agruparon en un solo rango de significación.

Ocupó el primer lugar el Testigo sin inóculo “a2” con 730.20 g, a pesar de no haber sido el que produjo el mayor número de frutos por planta.

Esta circunstancia pudo deberse, a que los frutos del Testigo sin inóculo se conformaron al provenir de plantas sanas, de mejor manera, y de acuerdo a su potencial genético máximo.

El producto PS9 aplicado cada 4 días (trat. “b6p1” = 695.70 g) y los tratamientos a base de hidróxido de cobre más Mancozeb aplicados cada 8 días (trat. “b5p2” = 681.50 g) y 4 días (trat. “b5p1” = 662.50 g), ocuparon los lugares subsiguientes al Testigo sin inóculo (Cuadro 8).

Cuando se analizó el comportamiento de los bactericidas, fueron el Hidróxido de cobre más Mancozeb (“b5” = 628.83 g), junto con Fluospectrum (“b1” = 589.83 g) los que produjeron los mayores pesos de frutos.

En cuanto a las épocas de aplicación, el mayor peso de frutos se registró cuando se aplicaron los productos cada 4 días (“p1” = 596.78 g), tal como se observa en el Cuadro 8.

Conforme a la prueba de Tukey al 5 % para analizar la interacción entre los bactericidas por períodos (B * P), se detectó un solo rango de significancia que fue encabezado por los productos PS9 aplicado cada 4 días e Hidróxido de cobre más Mancozeb asperjados cada 8 y 4 días, respectivamente (Cuadro 8).

Como era de esperarse, en la interacción entre el Factorial versus el Adicional se determinó, que la mejor respuesta fue mostrada por el factorial con un promedio de 576.97 g/planta (Cuadro 8).

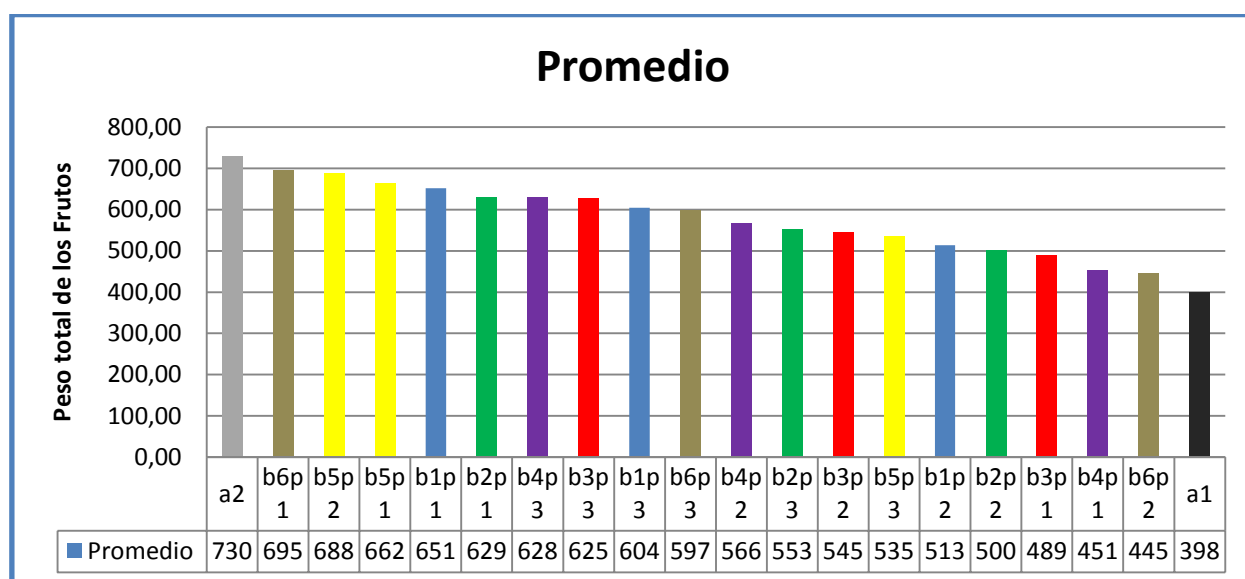


Gráfico 7. Datos promedios de los pesos totales de los frutos obtenidos en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad “mancha negra” del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.3.7 PESO DE FRUTOS DE SEGUNDA CATEGORÍA

Según el Adeva, los tratamientos variaron estadísticamente al nivel del 5 % y los bactericidas junto con los períodos de aplicación y la interacción entre bactericidas con adicionales no variaron significativamente.

Las diferencias en cambio se centraron en la interacción entre bactericidas por períodos y los adicionales; en cuyo caso, para la segunda categoría en la interacción entre bactericidas por períodos la diferencia fue al nivel del 1 % y la diferencia entre adicionales fue del 5 % (Cuadro 7).

Conforme a la prueba de Tukey al 5 % para diferenciar los tratamientos, se detectó un solo rango de significación en el cual se destacaron los tratamientos a base de PS9 aplicado cada 12 días (trat. “b6p3” = 142.72 gramos/planta) e Hidróxido de cobre más Mancozeb asperjado cada 4 días (trat. “b5p1” = 139.76 gramos/planta).

En el lado opuesto se situó el Hidróxido de cobre más Mancozeb aplicado cada doce días (“b5p3” = 80.08 g/planta), tal como se aprecia en el Cuadro 8.

Los bactericidas que más frutos de esta categoría produjeron fueron los a base de PS9 (trat. “b6” = 123.90 g) y Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas (trat. “b2” = 119.94 g).

El bactericida Sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina (trat. b4 = 113.72 g) fue el que produjo en menor cantidad los frutos de esta categoría (Cuadro 8).

Los datos promedios para Periodos que se consignan en el Cuadro 7 demuestran que, los mayores pesos de frutos de esta categoría se cosecharon cuando se aplicaron los productos cada 12 días (“p3” = 120.25 gramos/planta), a diferencia de “p2” (aplicación cada ocho días) con un promedio de 115.48 gramos/planta que obtuvo la menor respuesta.

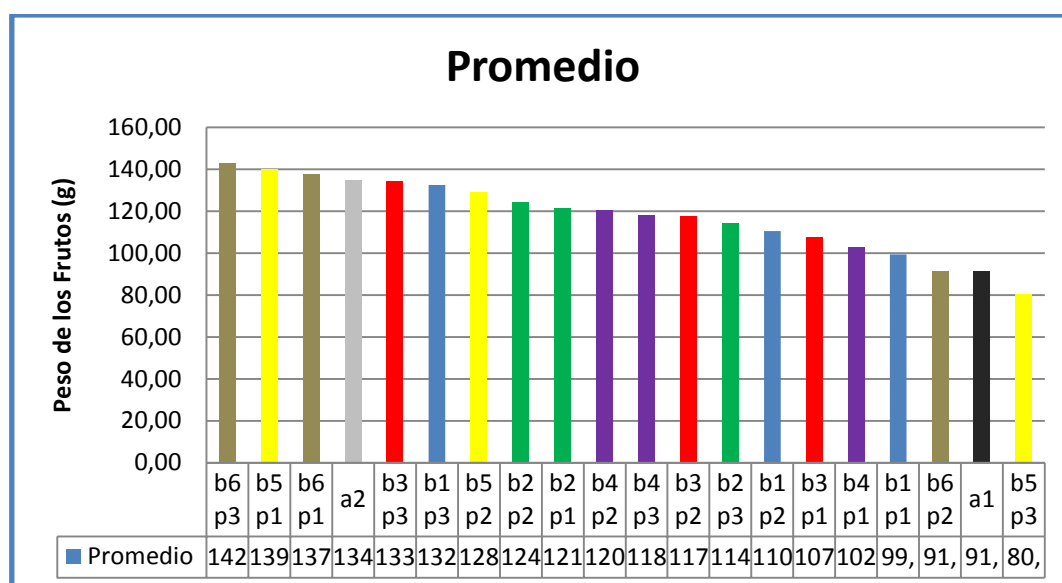


Gráfico 8. Datos promedios de los pesos de frutos de segunda categoría cosechados en el primer piso de producción, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.3.8 PESO DE FRUTOS DE TERCERA CATEGORÍA.

Tanto los tratamientos como los bactericidas, períodos de aplicación e interacción de bactericidas por épocas de aplicación no se diferenciaron estadísticamente en la producción de frutos de esta categoría.

La única diferencia significativa ocurrió entre adicionales (Cuadro 3).

Según las diferencias aritméticas registradas, los tratamientos que produjeron los valores promedios más elevados fueron: Hidróxido de cobre más Mancozeb asperjado cada 4 días (trat. “b5p1” = 75.57 g), Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas aplicado cada 4 días (trat. “b2p1” = 75.49 g) y el Testigo sin inóculo (trat. “a2” = 69.98 g) (Cuadro 7).

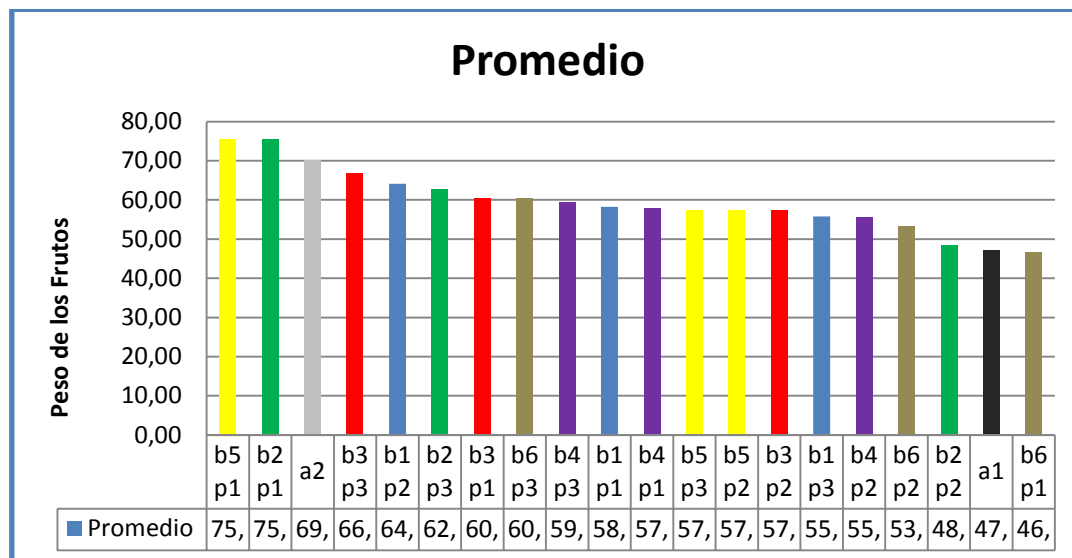


Gráfico 9. Datos promedios de los pesos de frutos de tercera categoría, primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

En el análisis de regresión y correlación para establecer la relación entre el número de frutos frente a la severidad de ataque a los 33 días de la inoculación, se determinó lo siguiente: no existió relación estrecha entre la variable Independiente (severidad de ataque) con la dependiente (número de frutos en el primer piso de producción), ya que el valor de “r” = 0.20 expresa que la severidad de ataque influyó apenas en un 20 % en la obtención de frutos y que el 80 % dependió de diversos factores como el vigor de las plantas, riego, fertilización, condiciones climáticas, manejo del cultivo, etc. (Gráfico 10).

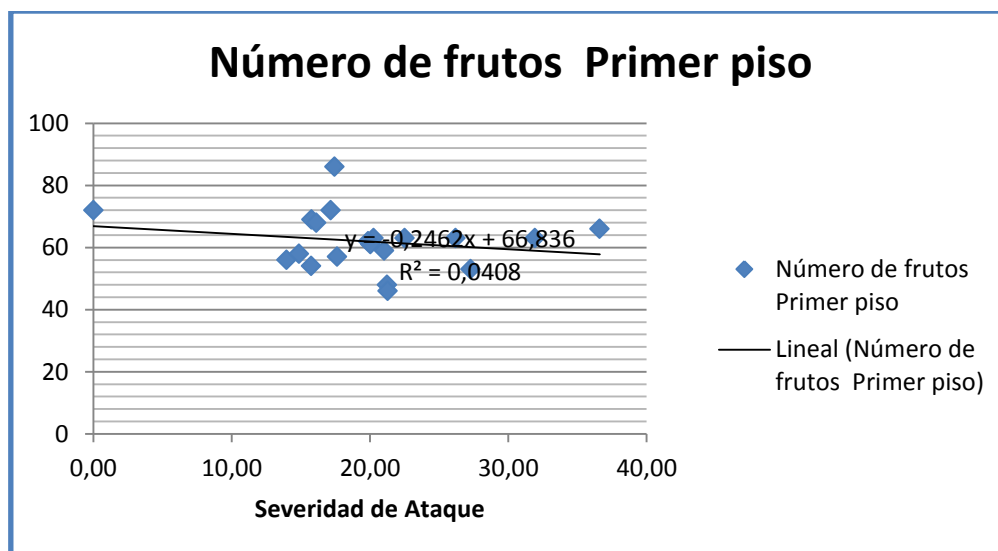


Gráfico 10. Regresión y Correlación entre Número de frutos y Severidad de ataque a los 33 días de la inoculación, en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

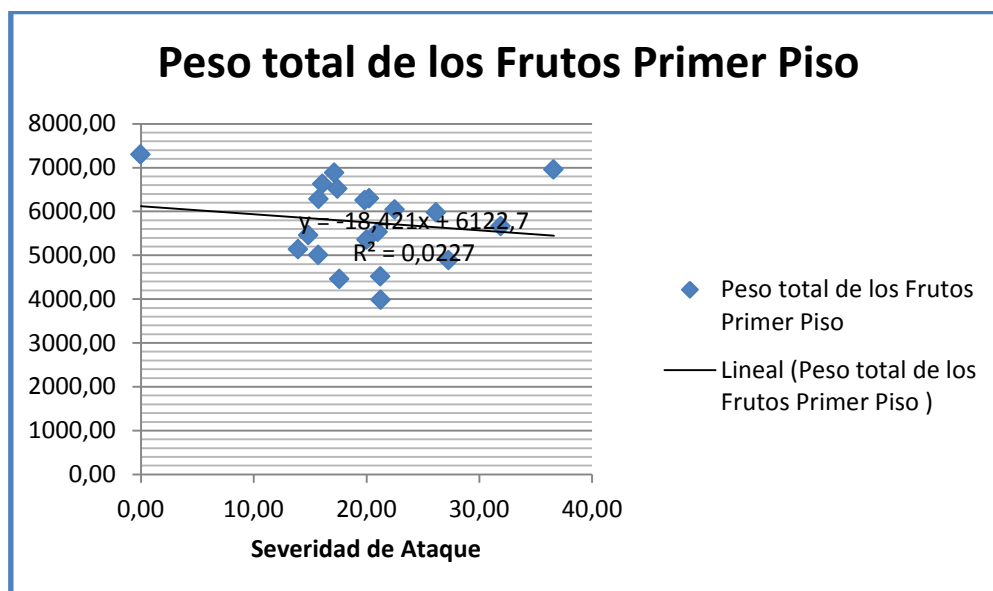


Gráfico 11. Regresión y Correlación entre Peso total de frutos y Severidad de ataque, en el primer piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

Al analizar el Gráfico 11, se corrobora lo obtenido con el número de frutos primera categoría, debido a que no existe una estrecha relación entre la variable Independiente (Severidad de ataque) y la variable dependiente (Peso total de los frutos en el primer piso de producción), al obtener $r = 0.1506$ podemos decir que la severidad de ataque influye o afecta en forma negativa en la obtención de frutos de tomate de mesa en un 15.06 %, y que el 84.94 % restantes dependerá de diversos factores que ya fueron mencionados anteriormente.

4.3.9 NÚMERO Y PESO DE FRUTOS EN EL SEGUNDO PISO DE PRODUCCIÓN

El número de frutos por planta al igual que en el primer corte fue variable y dependió del tratamiento. Existió un rango de fluctuación desde 2.30 hasta 8.60 frutos/planta (Gráfico 12). Estadísticamente esta variación alcanzo el 1% entre tratamientos al igual que los testigos con y sin inóculo (Cuadro 9). El promedio general de frutos fue de 5.38 y su coeficiente de variación de 38.50 %.

Cuadro 9. Análisis de varianza del número y peso de frutos que produjeron las plantas del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el segundo corte de producción en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

| F de V | GL | CUADRADOS MEDIOS | | | |
|---------------------------|-----|------------------|----------------|------------------------|------------------------|
| | | SEGUNDO PISO | | | |
| | | Número de frutos | Peso de frutos | Peso segunda Categoría | Peso tercera Categoría |
| TOTAL | 199 | | | | |
| TRATAMIENTOS | 19 | 13,35** | 150832,52** | 7153,92* | 998,41** |
| Bactericidas (B) | 5 | 4,01ns | 62499,88* | 6080,50ns | 73,66ns |
| Periodos (P) | 2 | 0,74ns | 5523,07ns | 157,30ns | 328,90ns |
| BXP | 10 | 5,21ns | 26185,59ns | 4763,49ns | 380,29ns |
| ADICIONAL | 1 | 180,00** | 2100816,20** | 57557,51** | 13362,23** |
| a1 vs. a2 | 1 | 180,00** | 2100816,20** | 57557,51** | 13362,23** |
| FAC X ADI | 1 | 0,14ns | 179600,22** | 14,92ns | 778,64ns |
| ERROR EXPERIMENTAL | 180 | 4,29 | 20700,47 | 3652,11 | 320,28 |
| PROMEDIO | | 5,38 | 360,20g | 75,56g | 49,86g |
| CV % | | 38,50 | 39,94 | 79,98 | 35,89 |

En el análisis estadístico de los tratamientos (Cuadro 10), según la prueba de diferenciación de Tukey 5 %, se agruparon estos en tres rangos de significación.

Encontrándose el primer encabezado por el Testigo sin inocular con un promedio de 8.30 frutos/planta, mientras que, en la última posición del tercer rango se situó el testigo inoculado con un promedio de 2.30 frutos/planta.

Los tratamientos a base de Hidróxido de cobre más Mancozeb aplicado cada ocho días con un promedio de 6.50 frutos/planta, Complejos pirrolnitrinicos más células vivas aplicado cada cuatro días y Sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina aplicado cada cuatro días, con 6.00 frutos/planta, ocuparon lugares destacados dentro del primer grupo.

En relación al análisis del comportamiento de los bactericidas, Cuadro 10, fue el Hidróxido de Cobre más mancozeb, el que ofreció la mayor cantidad de frutos, con un promedio de 5,83frutos/planta, a diferencia de (Ps9) con un promedio de 4.73frutos/planta, presentó la menor respuesta.

Además se obtuvieron buenas cantidades de frutos con Complejos pirrolnitrinicos más células vivas (5.57frutos /planta) y Sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina con (5.47 frutos/planta).

Los períodos (épocas) de aplicación de los productos no mostraron los resultados esperados, puesto que, se suponía que mientras las aplicaciones eran más continuas, las plantas iban a estar más protegidas y consecuentemente presentarían el mayor número de frutos, pero, fue la época

de aplicación más tardía la que se destacó, esto es, el período “p3” (aplicación cada doce días = 5.48 frutos/planta), a diferencia del período “p2” (aplicación cada ocho días), con un promedio de 5.27 frutos/planta, que a su vez fue la menor respuesta (Cuadro 10).

Por otro lado en la interacción de bactericidas por periodos de aplicación se destacaron por haber presentado el mayor número de frutos el (Hidróxido de Cobre más Mancozeb aplicado cada ocho días, con un promedio de 6.50frutos/planta, junto con Complejos pirrolnitrinicos más células vivas aplicado cada cuatro días y Sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina aplicado cada cuatro días con un promedio de 6.00 frutos planta cada uno, mientras, que con la menor respuesta se ubicó PS9 aplicado cada cuatro días con un promedio de 3.80frutos/planta (Cuadro 10).

Para analizar los adicionales, utilizando la prueba DMS al 5 % se detectaron dos rangos de significación.

La diferencia entre los adicionales (Testigos) fue extrema y enteramente favorable para el testigo sano (Testigo absoluto sin inóculo) habiéndose ubicado en el primer lugar (“a2” = testigo absoluto), con un promedio de 8.30 frutos/planta y, en el último lugar el Testigo inoculado “a1” con un promedio de 2.30 frutos/planta (Cuadro 10).

Frente a estos resultados podemos observar como en el segundo piso de producción ya existe un efecto negativo de la enfermedad ocasionada por la bacteria *Pseudomonas* spp, esto puede ser comprobado al comparar a2 (testigo absoluto), el cual a diferencia de todos los demás tratamientos mantiene e inclusive aumenta su rendimiento al obtener un promedio de 8,3 frutos por planta, mientras que existe una disminución en la formación de frutos especialmente en a1 (testigo + inóculo), logrando únicamente formar en promedio 2.3 frutos por planta.

Esta disminución en la producción se debe en parte a la acción de las bacterias que desde el momento que entran en contacto con la planta ponen en marcha un gran número de propiedades que contribuyen al éxito de la invasión final.

En el análisis de los resultados de las dos cosechas, es en la segunda en donde se manifiesta el efecto negativo de la enfermedad frente a la producción de frutos. Esta disminución en la producción probablemente puede deberse, al efecto directo del proceso infectivo por parte de la bacteria, la misma que al disminuir la acción fisiológica de la planta, afecta a la expresión de su potencial genético relacionado al rendimiento.

Al respecto, Cazorla (2010) señala que, sustancias tóxicas como las fitotoxinas, actúan como inhibidores enzimáticos no específicos del huésped, repercutiendo en el metabolismo del nitrógeno de la planta y provocando daños de amplio espectro, tanto fisiológicos como bioquímicos, que se manifiestan en síntomas como clorosis y necrosis que inducen al crecimiento anormal y marchitamiento. Adicionalmente, la producción de toxinas como la coronatina, faseolotoxina, tagetitoxina, tabtoxina, siringomicina, siringotoxina, entre otras, parece estar confinada a ciertos patovares de *Pseudomonas syringae*.

Por otro lado, la secreción de un amplio rango de enzimas capaces de degradar los componentes de la pared celular de las plantas, juegan un papel importante en los daños de enfermedades bacterianas como las podredumbres blandas, enfermedades necróticas y marchitamientos vasculares.

Billing en 1987, citado por Cazorla (2010), también menciona que los síntomas conocidos como manchas aguachentas, observadas en todos los tratamientos del ensayo son causadas por polisacáridos extracelulares como levanos, alginatos, lipopolisacaridos y proteínas, estos parecen estar implicados en el mantenimiento de las manchas aguachentas previniendo el reconocimiento bacteria/planta al enmascarar algunos receptores bacterianos,

provocando cambios en la utilización de carbohidratos y restricción del movimiento del agua bloqueando los vasos de xilema.

Todos estos efectos negativos provocados por la bacteria en la planta, inciden en el rendimiento y la producción en este caso del tomate de mesa, que se ve evidenciado en la disminución del número de frutos y del llenado de los mismos.

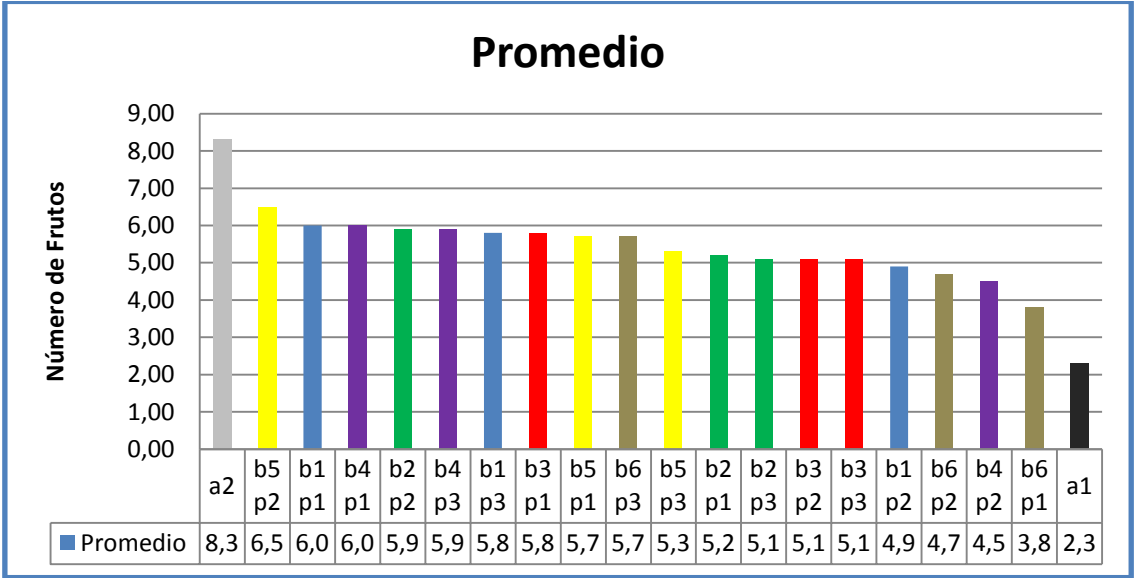


Gráfico 12. Promedio de número de frutos, segunda piso de producción, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

Cuadro 10. Cuadro de promedios y pruebas de significancia para cuatro variables en el segundo piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*) en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

| FACTORES | | | PROMEDIOS | | | | | | | | |
|------------------|-------|-------|----------------|--------|-----|-------------------------------|--------|-----|-------------------------------|-------|-----|
| SEGUNDO PISO | | | | | | | | | | | |
| Número de Frutos | | | Peso de Frutos | | | Peso Frutos Segunda Categoría | | | Peso frutos Tercera Categoría | | |
| TRATAMIENTO | TUKEY | | TRATAMIENTO | TUKEY | | TRATAMIENTO | TUKEY | | TRATAMIENTO | TUKEY | |
| a2 | 8.30 | a | a2 | 774.20 | a | a2 | 130.03 | a | a2 | 69.80 | a |
| b5p2 | 6.50 | a | b1p1 | 441.30 | b | b1p1 | 106.20 | a | b5p1 | 63.30 | a |
| b1p1 | 6.00 | a b | b5p1 | 429.60 | b | b5p1 | 100.46 | a b | b3p3 | 59.48 | a |
| b4p1 | 6.00 | a b | b2p2 | 423.00 | b | b3p2 | 100.04 | a b | b1p1 | 56.85 | a |
| b2p2 | 5.90 | a b | b5p2 | 418.40 | b | b2p2 | 98.28 | a b | b6p1 | 54.77 | a |
| b4p3 | 5.90 | a b | b3p2 | 413.90 | b | b5p2 | 89.95 | a b | b4p1 | 52.45 | a |
| b1p3 | 5.80 | a b | b5p3 | 376.50 | b | b5p3 | 88.86 | a b | b1p2 | 52.37 | a |
| b3p1 | 5.80 | a b | b4p1 | 372.20 | b | b4p1 | 82.87 | a b | b2p3 | 51.65 | a |
| b5p1 | 5.70 | a b | b3p3 | 367.10 | b | b1p2 | 82.75 | a b | b4p2 | 50.77 | a |
| b6p3 | 5.70 | a b | b3p1 | 340.50 | b | b2p3 | 79.75 | a b | b2p2 | 49.50 | a |
| b5p3 | 5.30 | a b | b1p3 | 339.50 | b c | b3p3 | 76.48 | a b | b4p3 | 48.99 | a |
| b2p1 | 5.20 | a b c | b1p2 | 336.70 | b c | b6p3 | 75.17 | a b | b6p2 | 47.77 | a |
| b2p3 | 5.10 | a b c | b4p3 | 332.40 | b c | b1p3 | 71.60 | a b | b1p3 | 47.40 | a |
| b3p2 | 5.10 | a b c | b2p3 | 326.00 | b c | b3p1 | 71.60 | a b | b3p2 | 47.02 | a |
| b3p3 | 5.10 | a b c | b6p3 | 294.60 | b c | b4p3 | 60.90 | a b | b3p1 | 46.59 | a |
| b1p2 | 4.90 | b c | b4p2 | 286.30 | b c | b6p2 | 54.60 | a b | b5p2 | 46.54 | a |
| b6p2 | 4.70 | b c | b2p1 | 272.50 | b c | b6p1 | 47.60 | a b | b5p3 | 45.88 | a |
| b4p2 | 4.50 | b c | b6p2 | 266.90 | b c | b4p2 | 36.93 | a b | b2p1 | 45.36 | a b |
| b6p1 | 3.80 | b c | b6p1 | 266.40 | b c | b2p1 | 34.40 | b | b6p3 | 42.76 | a b |
| a1 | 2.30 | c | a1 | 126.00 | c | a1 | 22.73 | b | a1 | 18.10 | b |
| BACTERICIDAS | | | BACTERICIDAS | TUKEY | | BACTERICIDAS | | | BACTERICIDAS | | |
| b5 | 5.83 | | b5 | 408.17 | a | b5 | 93.09 | | b1 | 52.21 | |
| b1 | 5.57 | | b3 | 373.83 | a | b1 | 86.85 | | b5 | 51.91 | |
| b4 | 5.47 | | b1 | 372.50 | a | b3 | 82.71 | | b3 | 51.03 | |
| b2 | 5.40 | | b2 | 340.50 | a | b2 | 70.81 | | b4 | 50.74 | |
| b3 | 5.33 | | b4 | 330.30 | a | b4 | 60.23 | | b2 | 48.83 | |
| b6 | 4.73 | | b6 | 275.97 | a | b6 | 59.12 | | b6 | 48.43 | |
| PERIODOS | | | PERIODOS | | | PERIODOS | | | PERIODOS | | |
| p3 | 5.48 | | p2 | 357.53 | | p2 | 77.09 | | p1 | 53.22 | |
| p1 | 5.42 | | p1 | 353.75 | | p3 | 75.46 | | p3 | 49.36 | |
| p2 | 5.27 | | p3 | 339.35 | | p1 | 73.85 | | p2 | 48.99 | |

Continuación Cuadro 10.

| FACTORES | | PROMEDIOS | | | | | | | |
|-------------------------|--------|------------------------|----------|-------------------------------|----------|-------------------------------|---------|--|--|
| | | Segundo piso | | | | | | | |
| Número de Frutos | | Peso de Frutos | | Peso Frutos Segunda Categoría | | Peso frutos Tercera Categoría | | | |
| | | | | | | Categoría | | | |
| BXP | TUKEY | BXP | TUKEY | BXP | TUKEY | BXP | | | |
| b5p2 | 6.50 | b1p1 | 441.30 | b1p1 | 106.20 | b5p1 | 63.30 | | |
| b1p1 | 6.00 | b5p1 | 429.60 | b5p1 | 100.46 | b3p3 | 59.48 | | |
| b4p1 | 6.00 | b2p2 | 423.00 | b3p2 | 100.04 | b1p1 | 56.85 | | |
| b2p2 | 5.90 | b5p2 | 418.40 | b2p2 | 98.28 | b6p1 | 54.77 | | |
| b4p3 | 5.90 | b3p2 | 413.90 | b5p2 | 89.95 | b4p1 | 52.45 | | |
| b1p3 | 5.80 | b5p3 | 376.50 | b5p3 | 88.86 | b1p2 | 52.37 | | |
| b3p1 | 5.80 | b4p1 | 372.20 | b4p1 | 82.87 | b2p3 | 51.65 | | |
| b5p1 | 5.70 | b3p3 | 367.10 | b1p2 | 82.75 | b4p2 | 50.77 | | |
| b6p3 | 5.70 | b3p1 | 340.50 | b2p3 | 79.75 | b2p2 | 49.50 | | |
| b5p3 | 5.30 | b1p3 | 339.50 | b3p3 | 76.48 | b4p3 | 48.99 | | |
| b2p1 | 5.20 | b1p2 | 336.70 | b6p3 | 75.17 | b6p2 | 47.77 | | |
| b2p3 | 5.10 | b4p3 | 332.40 | b1p3 | 71.60 | b1p3 | 47.40 | | |
| b3p2 | 5.10 | b2p3 | 326.00 | b3p1 | 71.60 | b3p2 | 47.02 | | |
| b3p3 | 5.10 | b6p3 | 294.60 | b4p3 | 60.90 | b3p1 | 46.59 | | |
| b1p2 | 4.90 | b4p2 | 286.30 | b6p2 | 54.60 | b5p2 | 46.54 | | |
| b6p2 | 4.70 | b2p1 | 272.50 | b6p1 | 47.60 | b5p3 | 45.88 | | |
| b4p2 | 4.50 | b6p2 | 266.90 | b4p2 | 36.93 | b2p1 | 45.36 | | |
| b6p1 | 3.80 | b6p1 | 266.40 | b2p1 | 34.40 | b6p3 | 42.76 | | |
| ADICIONALES | DMS | ADICIONALES | DMS | ADICIONALES | DMS | ADICIONALES | DMS | | |
| a2 | 8.30 a | a2 | 774.20 a | a2 | 130.03 a | a2 | 69.80 a | | |
| a1 | 2.30 b | a1 | 126.00 b | a1 | 22.73 b | a1 | 18.10 b | | |
| FACTORIAL vs. ADICIONAL | | FACTORIAL VS ADICIONAL | DMS | FACTORIAL VS ADICIONAL | | FACTORIAL VS ADICIONAL | | | |
| Factorial | 5.39 | Adicional | 450.10 a | Adicional | 76.38 | Factorial | 50.52 | | |
| Adicional | 5.30 | Factorial | 350.21 a | Factorial | 75.47 | Adicional | 43.95 | | |

4.3.10 PESO DE FRUTOS SEGUNDO PISO DE PRODUCCIÓN

En base del análisis de la varianza al igual que lo ocurrido con el número, el peso de frutos por planta en el segundo corte o piso de producción fue variable y dependió del tratamiento.

Existiendo un rango de fluctuación desde 774.20gramos/planta (trat. “a2” = Testigo no inoculado) hasta 126.00 (trat. “a1” = Testigo inoculado) (Cuadro 9). Estadísticamente esta variación alcanzo el 1 % entre tratamientos, del mismo modo entre testigos, y el 5 % entre factorial versus adicional y entre bactericidas.

El promedio general fue de 360.20 gramos/planta y su coeficiente de variación de 39,94 %.

En esta oportunidad, según la prueba de significación Tukey al 5% para tratamientos Cuadro 10, detectó tres rangos de significancia, en el primer rango se ubicó solitario a2 (Testigo Absoluto), con un promedio de 774.20 gramos/planta, en el segundo grupo, encabezándolo, se situó Complejos pirrolnitrinicos más células vivas aplicado cada cuatro días con un promedio de

441.30g/planta y el tratamiento Hidróxido de cobre más mancozeb aplicado cada cuatro días mientras que los tratamientos a partir de Complejos pirrolnitrinicos más células vivas aplicado cada doce días (b1p3 = 331.50 gramos/planta hasta PS9 aplicado cada cuatro días (b6p1 = 266.40 gramos/planta) compartieron los rangos de significación “b” y “c”. Para finalizar en el último rango al final se ubicó a1 (Testigo + Inóculo), con un promedio de 126.00 gramos/planta. Respecto a los bactericidas según la prueba de significación Tukey al 5 % para Bactericidas Cuadro 6, detectó un solo rango de significancia siendo encabezado por b5 (hidróxido de cobre más mancozeb), con un promedio de 408.17 gramos/planta, y ubicándose al final del rango b6 (Ps9) con un promedio de 275.97 gramos/planta.

También se obtuvieron buenos pesos de frutos por planta con los tratamientos Ácido Oxolínico al 20 % y Complejos pirrolnitrinicos más células vivas con un promedio de 373.83 y 372.50 gramos/planta respectivamente (Cuadro 10).

En cuanto a las épocas de aplicación, la mayor respuesta se registró cuando se aplicaron los tratamientos cada ocho días “p2”, con un promedio de 357.53 gramos/planta, a diferencia de la aplicación cada doce días “p3”, en cuyo caso se obtuvo un promedio de 339.35 gramos/planta.

Estos resultados concuerdan con las prácticas comunes y semanales que realiza el agricultor para combatir a la enfermedad, una vez que el efecto de su control no requiere de aplicaciones con menor periodicidad, probablemente debido al período de vida útil y mecanismo de acción de los productos (Cuadro 10).

Mientras que para la interacción B * P (Bactericidas * Periodos) Cuadro 10, se observó que con la mayor respuesta se encontró a b1p1 (Complejos Pirrolnitrinicos más Células Vivas aplicado cada cuatro días), con un promedio de 441,30 gramos/planta, mientras que con la menor respuesta se ubicó b6p1 (Ps9 aplicado cada cuatro días) con un promedio de 266,40 gramos/planta. Interacciones como Hidróxido de cobre + mancozeb aplicado cada cuatro días (b5p1 = 429.60 gramos/planta) y Complejos enzimáticos bacterianos más células vivas aplicado cada ocho días (b2p2 = 423.00 gramos/planta) también obtuvieron buenos pesos de frutos por planta.

Para analizar los adicionales, utilizando la prueba DMS al 5% se detectaron dos rangos de significación, habiéndose ubicado en el primer lugar el Testigo sin inóculo (“a2” = testigo absoluto), con un promedio de 774.20 gramos/planta y, en el último lugar el Testigo inoculado “a1” con un promedio de 126.00 gramos/planta (Cuadro 10).

Como era de esperarse, en la interacción entre el Factorial versus el Adicional se determinó, que la mejor respuesta fue mostrada por el adicional con un promedio de 450.00gramos/planta en tanto que, la menor correspondió al factorial con un promedio de 350.21 frutos/planta (Cuadro 10).

Las recolecciones de frutos de esta categoría demuestran los incrementos en los rendimientos que se logran cuando se combate a la enfermedad, especialmente con Hidróxido de cobre + Mancozeb y, Complejos Pirrolnitrinicos más Células Vivas dadas las diferencias de pesos entre estos bactericidas frente al Testigo inoculado que fue el que menos rendimiento ofreció.

Aún con los tratamientos de bajos niveles de control, su efecto fue evidente si se considera que las plantas continúan produciendo en cantidades relativas en los siguientes pisos de cosecha, en tanto que, cuando no existe control (Testigo inoculado), las plantas redujeron su producción hasta alcanzar niveles desde dos hasta tres frutos.

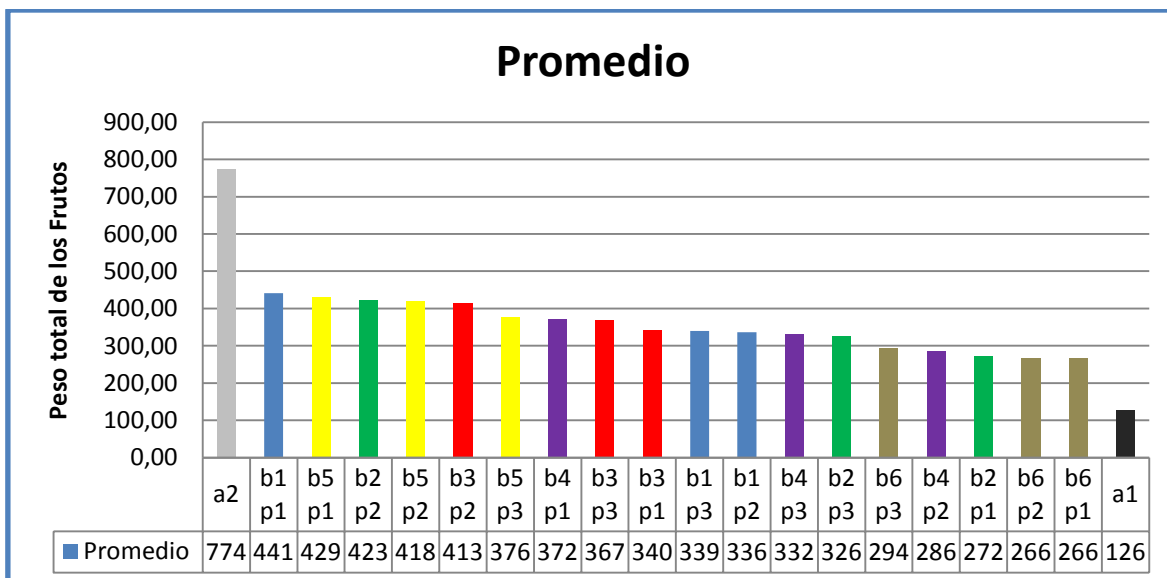


Gráfico 13. Datos Promedios de los pesos totales de los frutos, obtenidos en el segundo piso de producción, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad “mancha negra del tallo”, Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.3.11 PESO DE LOS FRUTOS SEGUNDA CATEGORÍA, SEGUNDO PISO DE PRODUCCIÓN

El peso de los frutos segunda categoría en el segundo corte fue variable y dependió del tratamiento, existiendo un rango de fluctuación desde 22.73 hasta 130.03 gramos/planta (Cuadro 9).

Estadísticamente esta variación alcanzo el 5 % entre tratamientos. Por otro lado, los testigos con y sin inóculo se diferenciaron al nivel del 1 %. El promedio general fue de 75.56 gramos/planta y su coeficiente de variación de 79.98 %.

El elevado coeficiente de variación registrado en esta cosecha puede deberse a múltiples factores de difícil identificación, que repercutieron en la formación de frutos y que probablemente estuvieron relacionados con el proceso infectivo en lo que se refiere al ciclo reproductivo de la bacteria, al hospedante y a la humedad cambiante en las mesas del invernáculo. Por este motivo por ejemplo, se dio el caso de que en muchas plantas no se encontraron frutos de 100 a 200 gramos, por cuya circunstancia debieron registrarse en la tercera categoría.

Al respecto, Camacho y Fernández (1996), en el cultivo de sandía, expresan que, los coeficientes de variación elevados entre otros factores se deben a la pendiente del invernadero (efecto de clima y fertirrigación); la localización en relación a las ventanas o el pasillo (efecto del microclima). Por otro lado, Montes, *et al.* (2009), expresan que en macadamia, los altos C.V. (108 % y 165 %) están posiblemente condicionados por factores como las deficiencias de nutrientes, el ataque de insectos y las condiciones ambientales de la zona donde se ubica el cultivo, que son imposibles de controlar.

En el análisis estadístico de los tratamientos (Cuadro 10), según la prueba de diferenciación de tukey 5 %, se agruparon éstos en dos rangos de significación. En el primero se ubicó encabezándolo el testigo sin inocular (a2 = 130.03gramos/planta), mientras que, en la última

posición del segundo rango se situó el Testigo inoculado con un promedio de 22.73 gramos/planta.

Los tratamientos a base de Complejos pirrolnitrinicos más células vivas aplicado cada cuatro días (b1p1 = 106.20 gramos/planta) e Hidróxido de cobre más mancozeb aplicado cada cuatro días (b1p5 = 100.46 gramos/planta), ocuparon lugares destacados dentro del primer grupo.

Mientras que para el análisis para Bactericidas Cuadro 10, se puede observar que la mejor respuesta la obtuvo b5 (Hidróxido de cobre más Mancozeb) con un promedio de 93.09 gramos/planta, mientras que b6 (Ps9) con un promedio de 59.12 gramos/planta presentó la menor respuesta. También se obtuvieron buenos pesos de frutos con los biocidas a base de Complejos pirrolnitrinicos más células vivas (b1 = 86.85 gramos/planta) y Ácido Oxolínico al 20 % (b3 = 82.71 gramos/planta)

En esta categoría se obtuvieron las mayores producciones cuando se aplicaron los bactericidas cada 8 días, con un promedio de 77.09 gramos/planta, a diferencia de las aplicaciones cada 4 días en cuyo caso se registró una producción de 73.85 gramos/planta. Estos resultados concuerdan y se fundamentan en el análisis realizado en la cosecha de frutos de primera categoría (Cuadro 10).

En la interacción de bactericidas por períodos de aplicación (cuadro 10), se destacaron con un promedio mayor de peso de frutos por planta los Complejos pirrolnitrinicos más células vivas aplicado cada cuatro días (b1p1 = 106.01 gramos/planta) junto con Hidróxido de cobre más mancozeb aplicado cada cuatro días (b5p1 = 100.46 gramos/planta).

Por otro lado, Sulfato de gentamicina más clorhidrato de oxitetraciclina aplicado cada ocho días (b4p2 = 36.93 gramos/planta) y Complejos enzimáticos bacterianos más células vivas aplicado cada cuatro días (b2p1 = 34.40 gramos/planta) obtuvieron el menor peso de frutos por planta.

Para analizar los adicionales, utilizando la prueba DMS al 5% se detectaron dos rangos de significación, habiéndose ubicado en el primer lugar el Testigo sin inóculo ("a2" = testigo absoluto), con un promedio de 130.03 gramos/planta y, en el último lugar el Testigo inoculado "a1" con un promedio de 22.73 gramos/planta (Cuadro 10).

Promedio para Factorial vs Adicional Cuadro 4, se observó que con la mayor respuesta se presentó el adicional con un promedio de 117.91 gramos/planta, y con la menor respuesta se ubicó el factorial con un promedio de 75.47 gramos/planta (Cuadro 10).

Esta variable peso de los frutos segunda categoría presento un coeficiente de variación muy elevado debido a que en muchas de las plantas que conformaban los tratamientos, no se encontraron frutos de segunda categoría es decir con un peso entre los 100 y 200 gramos por lo que eran catalogadas con 0.00 gramos por planta. Lo que ocasionó que su promedio sea muy bajo.

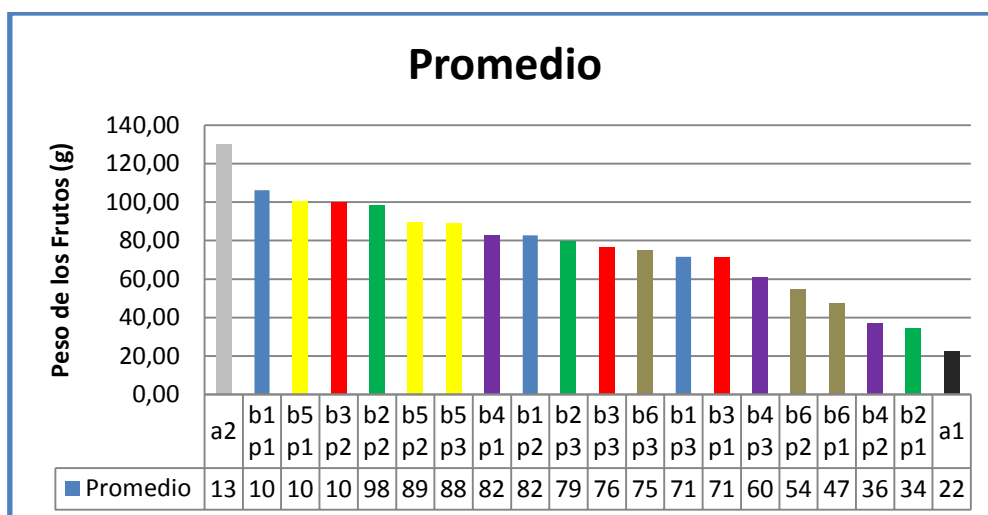


Gráfico 14. Datos promedios de los pesos de frutos de segunda categoría cosechados en el segundo piso de producción, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

4.3.12 PESO DE LOS FRUTOS TERCERA CATEGORÍA, SEGUNDO PISO DE PRODUCCIÓN

El peso de los frutos por planta de tercera categoría al igual que en el primer corte fue variable y dependió del tratamiento. El rango de fluctuación fue desde 18.10 hasta 69.80 gramos/planta (Cuadro 9).

Estadísticamente esta variación alcanzo el 1 % entre tratamientos y entre los testigos con y sin inóculo. El promedio general fue de 49.86 gramos/planta y su coeficiente de variación de 35,79 %.

En el análisis estadístico de los tratamientos, (Cuadro 10) según la prueba de diferenciación de Tukey 5 %, se agruparon éstos en dos rangos de significación.

En el primero se ubicó encabezándolo Testigo sin inóculo “a2” con un promedio de 69.80 gramos/planta mientras que, en la última posición del segundo rango se situó el Testigo inoculado con un promedio de 18,10 gramos/planta.

Los tratamientos con base en Hidróxido de cobre más mancozeb aplicado cada cuatro días (b5p1 = 63.30g/planta) y Ácido Oxolínico al 20 % aplicado cada doce días (b3p3 = 59.48 gramos/planta), ocuparon lugares destacados en el primer rango con un mayor peso de frutos por planta.

Por otro lado, cuando se analizó el comportamiento de los bactericidas, fue el “b1” Complejos pirrolnitrinicos más células vivas días el que ofreció el mayor peso de frutos con un promedio de 52.51 gramos/planta, a diferencia de “b6” PS9 con un promedio de 48.49 gramos/planta, con el menor peso de frutos.

También se obtuvo un buen pesos de frutos por planta con el Hidróxido de cobre más Mancozeb (51.91 gramos/planta) y con Ácido Oxolínico al 20 % (51.03 gramos/planta) lo que se puede apreciar en el Cuadro 10.

En lo que se refiere a las épocas de aplicación la mejor respuesta se encontró cuando se aplicaron los tratamientos cada 4 días “p1” con un promedio de 53.22 gramos/planta, mientras

que, la menor respuesta correspondió a las aplicaciones cada 8 días “p2”, con un promedio de 48.99 gramos/planta (Cuadro 10).

En la interacción de bactericidas por períodos de aplicación se destacaron con un promedio mayor de peso de frutos por planta Hidróxido de cobre más mancozeb aplicado cada cuatro días (b5p1 = 63.30 gramos/planta) junto con Ácido Oxolínico al 20 % aplicado cada doce días (b3p3 = 59.48 gramos/planta).

Por otro lado, Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas aplicado cada cuatro días (b2p1 = 45.36 gramos/planta) y PS9 aplicado cada doce días (b6p3 = 42.76 gramos/planta) obtuvieron el menor peso de frutos por planta (Cuadro 10).

Para analizar los adicionales, utilizando la prueba DMS al 5 % se detectaron dos rangos de significación, habiéndose ubicado en el primer lugar el Testigo sin inóculo (“a2” = testigo absoluto), con un promedio de 69.80 gramos/planta y, en el último lugar el Testigo inoculado “a1” con un promedio de 18.10 gramos/planta (Cuadro 10).

Promedio para Factorial vs. Adicional Cuadro 10, se observó que con la mayor respuesta se presentó el Factorial con un promedio de 50.52 gramos/planta, y con la menor respuesta se ubicó el adicional con un promedio de 43.95 gramos/planta.

A diferencia de lo sucedido con la variable peso del fruto segunda categoría, en esta variable se constató todo lo contrario el número de frutos de tercera categoría aumento lo que significa que el peso total de la producción en el segundo piso está conformada en un 75 % por frutos con un peso menor a los 100 gramos, y tan solo un 25 % con frutos con un peso que va de los 100 a los 200 gramos, esto es de suma importancia ya que en todas las zonas de producción del país los tomates de tercera categoría son de menor valor comercial, en síntesis la producción del tomate de mesa para el segundo piso fue inferior a la producción obtenida en el primer piso donde el peso total de los frutos era conformado en un 60 % por tomates de segunda categoría que van de 100 a 200 gramos, y el 30 % restantes por tomates de tercera categoría menores a 100 gramos.

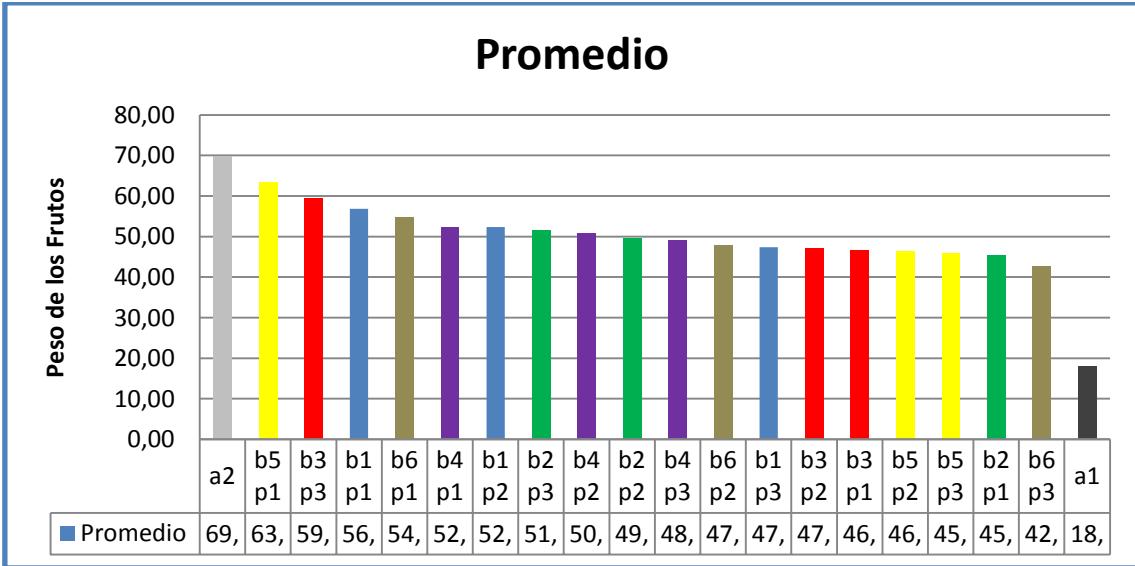


Gráfico 15. Promedio del peso de los frutos tercera categoría, segundo piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

Al finalizar el análisis de las variables en el segundo piso de producción de tomate de mesa podemos decir que la enfermedad mancha negra del tomate ocasionada por la bacteria *Pseudomonas spp*, tuvo un efecto negativo en la producción y rendimiento del tomate en el segundo piso de producción lo que se confirma en el análisis de la regresión y correlación presentado a continuación:

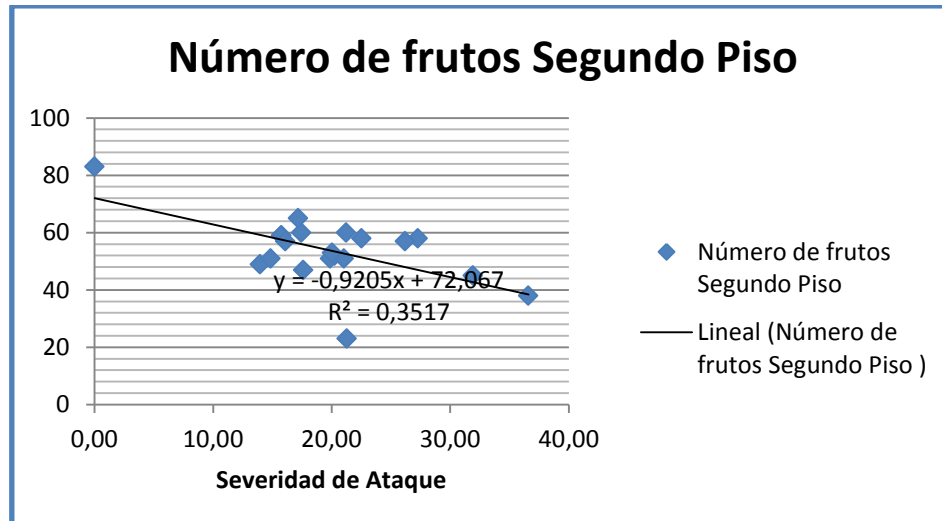


Grafico 16. Regresión y Correlación entre Número de frutos y Severidad de ataque, en el segundo piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

Con base en el análisis del Gráfico 13, se pudo establecer que existe una relación entre la variable Independiente (Severidad de ataque) y la variable dependiente (Número de frutos en el segundo piso de producción), ya que al obtener $r = 0.59$ se puede decir que la severidad de ataque influye o afecta en forma negativa en la obtención de frutos de tomate de mesa en un 59.30 %, y que el 40.70 % restantes dependerá de diversos factores como son el riego, fertilización, condiciones climáticas, etc.

Esto indica que por cada 1 % de aumento en la severidad de ataque hay una disminución de 0.9205 de frutos por planta.

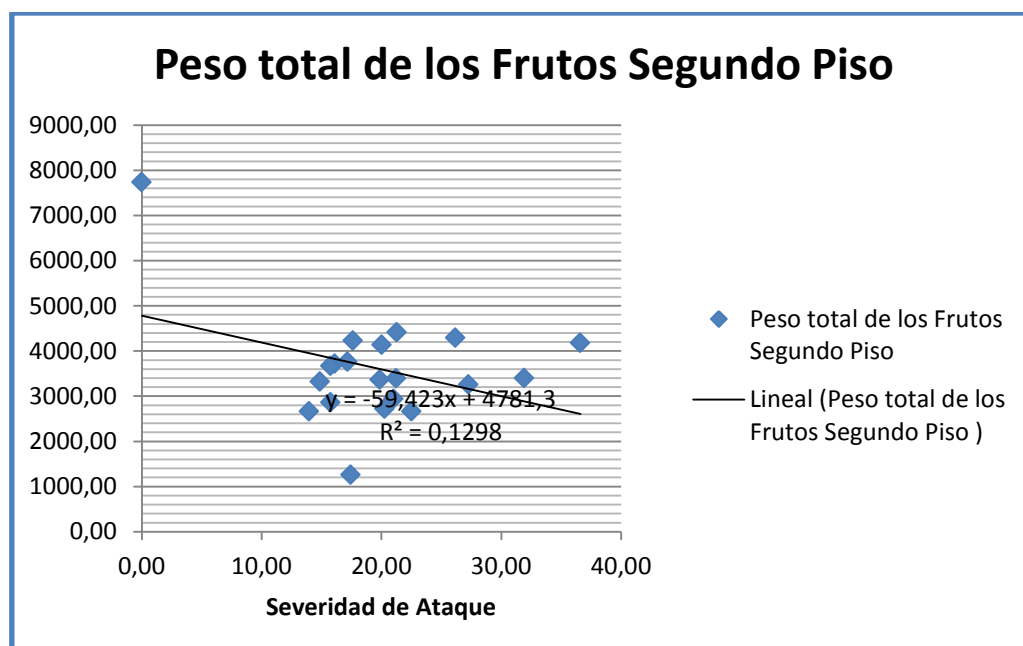


Gráfico 17. Regresión y Correlación entre Peso total de frutos y Severidad de ataque, en el segundo piso de producción del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

Con base en el análisis del Gráfico 17, se pudo establecer que existe una relación entre la variable Independiente (Severidad de ataque) y la variable dependiente (Número de frutos en el segundo piso de producción), ya que al obtener $r = 0.3603$ se puede decir que la severidad de ataque influye o afecta en forma negativa en el peso de los frutos de tomate de mesa en un 36.02 %.

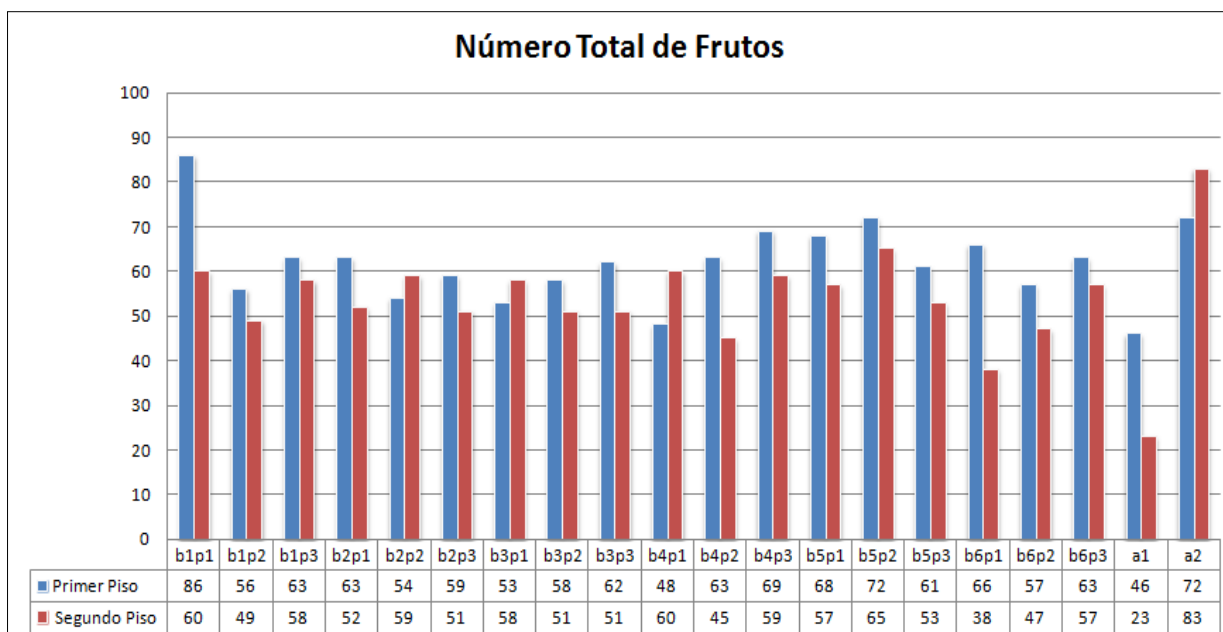


Gráfico 18. Número total de frutos, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

Mediante este gráfico podemos resumir las diferencias que existen entre la producción de frutos del primer piso frente a la del segundo, en términos generales se evidencia como el número de frutos fue mayor en el primer piso salvo b2p2 (Complejos Enzimáticos más células vivas aplicado cada ocho días), b3p1 (Ácido Oxolínico al 20 % aplicado cada cuatro días), b4p1 (Sulfato de Gentamicina más Clorhidrato de Oxitetraciclina aplicado cada 4 días) y a2 Testigo Absoluto.

Además se puede observar como a1 (Testigo más Inóculo) obtuvo los menores resultados tanto en el primero como en el segundo piso, y que en este último el número de frutos disminuyó en más del 50 %.

Este resultado pudo deberse al menos en lo que respecta al Testigo absoluto, al hecho de que cuando las plantas sanas han alcanzado un mayor desarrollo, el número de frutos se incrementa por la producción escalonada de nuevos racimos, tal como lo expresa Dogliotti S. *et al* (2011).

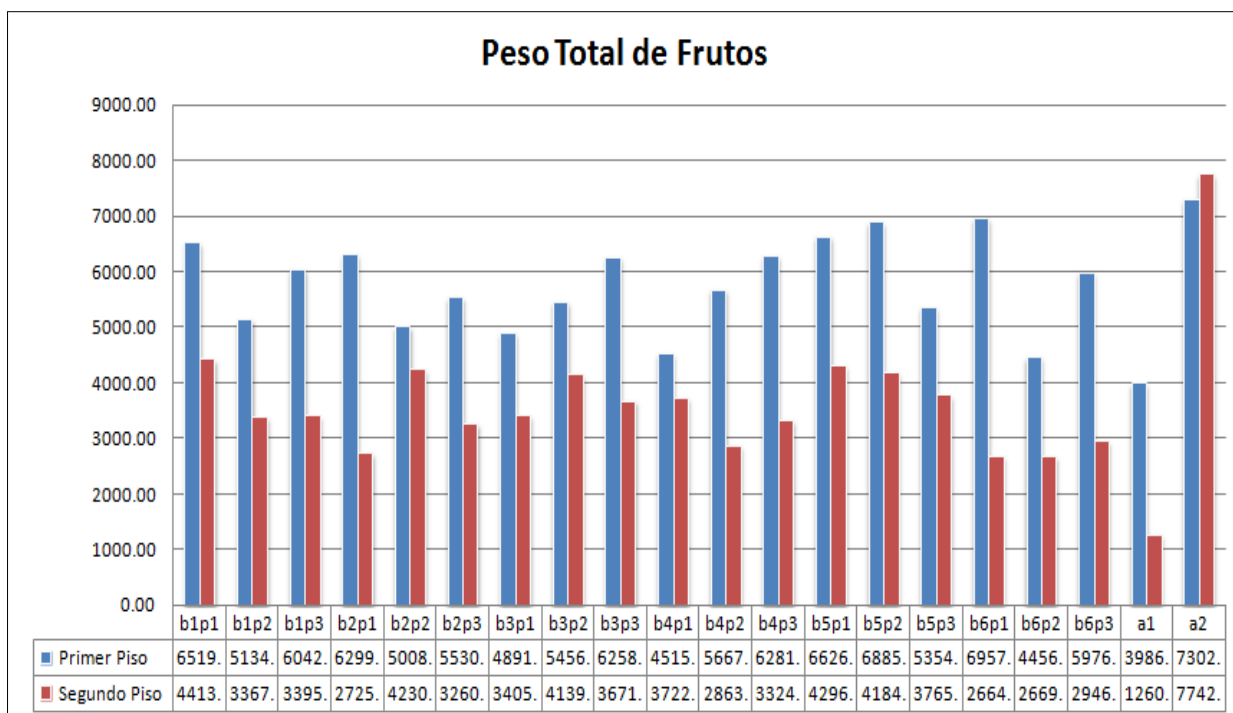


Gráfico 19. Peso total de frutos, del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), en la evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

Este gráfico nos permite afirmar lo que se dijo anteriormente, donde en el Primer piso de producción la mayoría de los frutos en más de un 60% correspondían a tomates con un peso de 100 a 200 gramos es decir de segunda categoría, mientras que en los frutos del segundo piso de producción más del 75% estaban conformados por tomates con un peso menor a los 100 gramos.

Es por esta razón que si se observa en el Gráfico 15, los tratamientos b2p2 (Complejos Enzimáticos más células vivas aplicado cada ocho días), b3p1 (Ácido Oxolínico al 20 % aplicado cada cuatro días), b4p1 (Sulfato de Gentamicina más Clorhidrato de Oxitetraciclina aplicado cada 4 días) poseen un promedio de número de frutos mayor al obtenido en el primer piso pero al analizar el peso de los frutos de dichos tratamientos estos no superaron el valor obtenido de peso en el primer piso.

Las producciones mermaron por efecto lógico de la disminución del área fotosintética de las plantas y del potencial fisiológico para la producción de frutos sanos y de mayor peso.

Cuadro 11. Tratamientos que obtuvieron los mejores resultados en el análisis de las variables del cultivo de tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*), para evaluación de biocidas para el control de la enfermedad mancha negra del tallo, Tumbaco, Pichincha. 2013.

| Variable | Mejor Tratamiento |
|---|---|
| Severidad de Ataque a los 7 días | b2p1 (Complejos enzimáticos Bacterianos + Celulas vivas aplicado cada cuatro días) |
| Severidad de Ataque a los 15 días | b1p3 (Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada doce días) |
| Severidad de Ataque a los 21 días | b5p1 (Hidróxido de cobre + mancozeb aplicado cada cuatro días) |
| Severidad de Ataque a los 33 días | b1p2 (Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada ocho días) |
| Numero de frutos Primer Piso | b1p1 (Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada cuatro días) |
| Peso de los frutos primer Piso | b6p1 (PS9 aplicado cada cuatro días) |
| Peso de los frutos segunda categoria primer Piso | b6p3 (PS9 aplicado cada doce días) |
| Peso de los frutos Tercera categoria primer piso | b5p1 (Hidróxido de cobre + mancozeb aplicado cada cuatro días) |
| Numero de frutos Segundo Piso | b5p2 ((Hidróxido de cobre + mancozeb aplicado cada ocho días) |
| Peso de los frutos Segundo Piso | b1p1 (Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada cuatro días) |
| Peso de los frutos segunda categoria Segundo Piso | b1p1 (Complejos pirrolnitrinicos + células vivas aplicado cada cuatro días) |
| Peso de los frutos Tercera categoria segundo piso | b5p1 (Hidróxido de cobre + mancozeb aplicado cada cuatro días) |

Con base en el análisis de los parámetros estudiados, los bactericidas que mostraron los mejores efectos de control fueron el Fluospectrum “b1p1” (Complejos Pirrolnitrínicos + Celulas Vivas aplicado cada cuatro días) y el Hidróxido de cobre + Mancozeb “b5p1” aplicado cada cuatro días (Cuadro 11).

No se encontró reportes sobre las cualidades bactericidas de Fluospectrum que aparentemente actúa contra ciertos patógenos con mecanismos de acción complejos. Al respecto, Blancard, (2011) menciona, que varios microorganismos antagonistas estimuladores de defensas naturales

y diversos productos han sido experimentados, con más o menos éxito, contra bacteriosis aéreas.

Entre estos microorganismos se encuentran las rizobacterias que estimulan el crecimiento de las plantas (PGFR), como *Pseudomonas fluorescens* (asociada a una bacteria antagonista *P. syringae*) o *Azospirillum brasilense* (en inoculaciones de las semillas y en asociaciones con tratamientos foliares especialmente a base de cobre) han permitido reducir los ataques de bacterias fitopatógenas. Lo citado anteriormente, coincide con el resultado obtenido en la investigación, ya que el tratamiento “b1” (Complejos Pirrolnitrínicos + Células Vivas) contiene en su composición una selección de cepas eficientes de *Pseudomonas fluorescens* filosféricas destinadas al control de enfermedades.

En el caso de hidróxido de cobre de modo generalizado se conoce su efecto bactericida, más aún cuando se lo aplica mezclado con un fungicida de la familia de los ditiocarbamatos, el maneb o mancozeb que probablemente actúa como coadyuvante. Al respecto, existen varios científicos que lo reportan como un buen bactericida; por ejemplo: Blancard, (2011) señala que se puede emplear el cobre en forma de sales para limitar la extensión de la bacteriosis. Al respecto, Calleros (2011), recomienda para un manejo integrado de bacteriosis en tomate la aplicación preventiva de cobre más mancozeb en una relación de 1:1.

Los fungicidas cúpricos (Hidróxido de Cobre, Oxicloruro de Cobre y Óxido Cuproso) con etilenobisditiocarbamatos presentan un efecto sinérgico, requiriéndose dosis más bajas de cobres para inhibir la bacteria (Aguar *et al.* 2003 citando a Aguilar *et al.*; Marco & Stall; Maringoni & Kimati).

5. CONCLUSIONES

5.1. Se concluyó que el patógeno que ocasiona la enfermedad “mancha negra del tallo”, es una bacteria del género *Pseudomonas*.

5.2. Caracterización de la enfermedad:

- El periodo de incubación de la enfermedad fluctuó de una planta a otra encontrándose signos y síntomas 8 días después de la inoculación, mientras que en otras los síntomas fueron visibles a los 20 días y este periodo depende principalmente de las condiciones de humedad y temperatura.
- Se estableció que la planta es sensible en cualquier etapa fenológica, siempre y cuando las condiciones ambientales sean las óptimas para el desarrollo de la bacteria.
- Los síntomas iniciales de la enfermedad son manchas aguachentas en el tallo de color verde oscuro, muy pequeñas que pueden variar de 4 mm a 10 mm de diámetro.
- En las hojas aparecen pequeñas manchas negras de 1 a 2 mm de diámetro, rodeadas de una aureola amarilla. Estas manchas pueden confluir, llegando a secar el foliolo.
- En tallos, peciolo, pedúnculos, pedicelos y sépalos, los síntomas característicos son manchas negras de forma irregular con forma oval o alargada.
- En los frutos verdes aparecen minúsculas manchas circulares muy superficiales, ligeramente en relieve rodeadas de una aureola verde de un tamaño no mayor a los 5 mm de diámetro.
- La bacteria para diseminarse de una planta a otra y afectar ocasionando síntomas en las hojas y los frutos requiere de agua libre.
- Los síntomas ocasionados por la bacteria del género *Pseudomonas*, cuando existen condiciones ideales para su desarrollo, pueden ser muy variables y pueden afectar a cualquier órgano aéreo de la planta de tomate de mesa.

5.3. En la etapa de control se determinó que los tratamientos que brindaron los mejores resultados de control de la enfermedad fueron “b1p1” Complejos pirrolnitrínicos más Celulas vivas aplicado cada cuatro días, y el Hidróxido de cobre más Mancozeb “b5p1” aplicado cada cuatro días.

6. RECOMENDACIONES

6.1. Se recomienda realizar un manejo integrado para evitar en lo posible el desarrollo de la bacteria en el cultivo de tomate de mesa labores tales como:

- Utilizar variedades certificadas, que sean resistentes a bacteriosis.
- Controlar en lo posible la humedad y temperatura evitando que exista una humedad mayor al 70 %, esto puede ser posible aplicando el riego por la mañana y este debe ser por goteo para impedir la formación de charcos.
- Después de un mes de ser trasplantado los tomates de mesa se recomienda asperjar el cultivo con productos con base en hidróxido de cobre más un fungicida de la familia de los ditiocarbamatos como mancozeb.
- Intercalar biocidas como el mencionado anteriormente con otros productos con base en complejos pirrolnitrinicos más células vivas; estas aplicaciones deben realizarse semanalmente.
- En etapas críticas donde deben realizarse labores culturales como el desyemado y deshojado, es necesario la desinfección de las herramientas como tijeras de podar con productos con base en cobre, esta desinfección debe realizarse planta por planta.
- Si existen plantas con síntomas muy agresivos; (severidad de ataque mayor a un 70%) es recomendable eliminarlas.
- Realizar una fertilización para los requerimientos del cultivo, previamente hecho un análisis de suelo. Concentraciones bajas o altas de fertilizantes especialmente nitrógeno influyen en el desarrollo de la enfermedad.
- No utilizar material vegetal contaminado con la bacteria en abonos orgánicos como composteras y humus de lombriz; (enterrar el material contaminado a más de un metro de profundidad).

6.2. Recomendaciones para futuras investigaciones:

- Identificar al nivel de especie la bacteria del género *Pseudomona* causante de la enfermedad “mancha negra del tallo”.
- Realizar la etapa de control con las condiciones que presenta un invernadero de producción de tomate.

- Establecer el mismo ensayo utilizando una mayor gama de bactericidas, y calcular sus costos de producción.

7. RESUMEN

El presente ensayo tuvo como finalidad enfrentar a uno de los problemas que aquejan a pequeños y medianos agricultores del callejón interandino que cultivan tomate de mesa bajo invernadero. El cual es conocido como enfermedad de la mancha negra en el tallo.

debido al desconocimiento que existe del verdadero agente causal, se ha provocado el uso inadecuado y exagerado de pesticidas gastando recursos económicos de forma innecesaria y afectando a la salud tanto de los productores como de los consumidores.

Debido a estos antecedentes la investigación fue dividida en tres etapas:

1. Etapa de identificación del agente causal

Para esta etapa se utilizó material vegetal infectado con el agente causal en estudio el cual fue obtenido de plantas de tomate de mesa de los invernaderos de área de horticultura del CADET, con los síntomas típicos de la enfermedad, dicho material fue trasladado al laboratorio de microbiología y fitopatología general de dicho establecimiento.

Previo a la identificación del agente causal mediante pruebas bioquímicas y medios específicos se efectuaron los postulados de Koch para determinar si en realidad se trataba de una enfermedad ocasionada por un agente microbiano, estos postulados se realizaron tanto al nivel de laboratorio como en invernadero. Cumplidos los postulados de Koch se procedió a realizar las pruebas bioquímicas y a sembrar en los medios específicos pertinentes obteniendo como resultado lo siguiente:

Se identificaron bacterias Gram negativas con forma de bastones rectos, que producen pigmentos fluorescentes en medio específico B King de color verde amarillo cuando fueron expuestas a luz ultravioleta y con la capacidad de difuminarse. Sus colonias son pequeñas, convexas de color crema en medio YDC y Bacto agar, bacterias aerobias estrictas al no presentar crecimiento en medio Hugh y leifson, en medio TZC se observó crecimiento de colonias de color crema en su perímetro mientras en el centro se destacó una coloración rojiza. En las pruebas de Oxidasa, Catalasa, Indol, Citrato, Ureasa y Gelatinasa obtuvieron un resultado negativo.

Con estos resultados se concluyó que la bacteria causante de la mancha negra del tallo en el cultivo de tomate de mesa es del género *Pseudomonas*.

2. Etapa de caracterización del agente causal

En lo que respecta a esta etapa se utilizó 50 plantas de tomate de mesa que fueron divididas en cinco grupos, para ser inoculadas en diferentes periodos de tiempo lo que se realizó para determinar el periodo de incubación de la bacteria y la edad de susceptibilidad de la planta de tomate de mesa.

Los resultados fueron los siguientes:

Las plantas inoculadas a los dos meses de ser trasplantadas obtuvieron el porcentaje de severidad de ataque más alto con un promedio de 38.71 %, mientras que las demás plantas se mantuvieron en un rango de severidad que osciló de 17.70 % a 21.00 %.

Mientras lo que concierne al tiempo que transcurrió desde el momento de la inoculación hasta la observación de los síntomas iniciales se determinó que este oscila de 10 a 15 días, a excepción de las plantas inoculadas a los 10 días de trasplante, que demoraron una semana más en presentar síntomas característicos de la enfermedad.

En esta etapa también se caracterizó los diversos síntomas de la enfermedad en cada uno de los órganos de la planta.

3. Etapa de control del agente causal

En esta fase de la investigación se evaluaron seis bactericidas en tres diferentes tiempos de aplicación cada cuatro, ocho y doce días, más dos adicionales Testigo absoluto y testigo más inóculo, se utilizó un Diseño completamente al azar $6 \times 3 + 2$ con 10 observaciones, donde la unidad experimental fue una planta de tomate de mesa.

En ensayo consistió en inocular plantas de los tratamientos con la bacteria en estudio lo que se realizó en el invernadero de fitopatología del CADET. La inoculación efectuó en la parte media del tallo a los dos meses de ser trasplantadas, utilizando una jeringa de insulina de 1 cm³, que poseía una concentración de 1×10^7 en la escala de Mc Farland de bacteria.

Las variables que fueron evaluadas fueron severidad de ataque a los 7, 15, 21, 33 días después de la inoculación, número y peso de frutos en el primero y segundo piso de producción.

Al analizar los resultados obtenidos en esta etapa se llegó a la conclusión que los tratamientos que brindaron los mejores resultados en el control de la enfermedad fueron “b1p1” Complejos pirrolnitrínicos más Células vivas aplicado cada cuatro días; y el Hidróxido de cobre más Mancozeb “b5p1” aplicado cada cuatro días.

Palabras clave: bacteria, *Pseudomonas*, bactericidas, Inóculo.

8. REFERENCIAS

- AGRIOS, G. N. 2005. Plant Pathology. 5 ed. Florida, US. Academic Press. 948 p.
- APARICIO, V. 1993. "Las Enfermedades del Tomate bases para el control integrado". Madrid, ES. MAG. 204 p.
- ASOCIACIÓN DE AGRÓNOMOS INDÍGENAS DE CAÑAR. 2003. El cultivo de tomate riñón en invernadero. Cañar, EC. 59 p.
- ASPECTOS TÉCNICOS sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. 1991. San José, CR. MAG. 20 p.
- BLANCARD, D. 1996. "Enfermedades del tomate: observar, identificar, luchar", Madrid, ES. Mundi-Prensa. 199 p.
- BOUZO, C.; R. PILATTI; C.; FAVARO & N. GARIGLIO. S. F. Cultivo de tomate en invernadero: Alternativas para el control de temperaturas extremas (en línea). idiaXXI Consultado 24 feb 2014 Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/ediciones/idia/horticola/tomate01.pdf>
- CARDONA, R.; J. CAMINO & W. HIDALGO. 1996. Detección de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* Y *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* en muestras de semillas comerciales de tomate (en línea). Consultado 24 feb 2014 Disponible en la URL: <http://www.redpavpolar.info.ve/fitopato/v091/091f0004.html>. pdf
- CARTÍN, J.; WANG, A. 1996. Aislamiento de agentes supresores a *Pseudomonas solanacearum* E. F. Smith, en tomate (*Lycopersicon esculentum*) (en línea). Agronomía Mesoamericana. Consultado 24 feb 2014 Disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/437/43717114.pdf>
- CENTRO DE investigación y Capacitación Kooper Ragel. Principales Plagas y Enfermedades De tomate en Invernadero. Consultado 24 feb 2014 Disponible en la URL: [http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/extranet/\\$file/Platica_CEICOR.pdf](http://www.bayercropscience.com.mx/bayer/cropscience/bcsmexico.nsf/files/extranet/$file/Platica_CEICOR.pdf)
- COMISION VERACRUZANA de Comercializacion Agropecuaria. 2010. "Monografía Del Tomate". Consultado 24 feb 2013 Disponible en la URL: <http://portal.veracruz.gob.mx/pls/portal/docs/PAGE/COVECAINICIO/IMAGENES/ARCHIVO SPDF/ARCHIVOSDIFUSION/TAB4003236/MONOGRAFIA%20TOMATE2010.pdf>
- MONTES, R. C.; VILLEGAS, G. C.; LOZANO, M. M.; GARZÓN, R. L. 2009. Fenología de floración y fructificación en *Macadamia integrifolia*. Cauca, CO. Cenicafe. Consultado feb 24 2014 Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0292E/PDF/43.PDF>
- CORPEÑO, BORIS. 2004. "Manual del Cultivo de Tomate". El Salvador, CR. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. 38 p.

CORTEZ, J. D. 2011. "Control de *Pseudomonas syringae* pv. tomato con la aplicación de cuatro fungicidas cúpricos con pH regulado. Sangolqui- Ecuador". Tesis. Ing. Agr. Sangolqui: Escuela Politécnica Del Ejército. Departamento De Ciencias de la Vida. Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias. 127 p.

MAZA, P. E.; VILLA, P. 2011. "producción de tomate de mesa (*lycopersicum esculentum*, miller), utilizando la mezcla de diferentes sustrato. Cuenca- Ecuador". Tesis. Ing. Agr. Cuenca: Universidad De Cuenca, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Escuela De Ingeniería Agronómica. 115 p.

ESCUADERO, P. 2004. Evaluación de la Competitividad del sistema agroalimentario del tomate riñón. (en línea). SICA. Ecuador. Consultado 24 feb 2014 Disponible en: http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/Ing%20Rizzo/perfiles_productos/tomate.pdf

ESPINOSA, Z. C. 2004. Producción de Tomate en Invernadero. In. IV Simposio nacional de horticultura, Invernadero: Diseño, Manejo y producción. (Torreon, Coah. Oct 13,14 y 15) Memorias. Torreon, MX. s.e. 2004. 25 p.

FALCONI, C.; ORELLANA, H.; VELASTEGUI, J.; GALLEGOS, P. 2006. Vademécum Agrícola. Quito, EC. Edifarm. 300 p.

PAVÓN, C. F. 2005. "Formulación, ejecución, operación y comercialización del cultivo de tomate riñón (*Solanum lycopersicum* mill.). Bajo invernadero en Guayllabamba". Tesis. Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 96 p.

CAMACHO, F. F.; FERNÁNDEZ, R. E. 1996. Influencia de patrones utilizados en el cultivo de sandía bajo plástico sobre la producción, precocidad y calidad del fruto en Almería. Almería, ES. La Rural. 85 p.

FRANCO, N. F.; ZAVALA, M. E. 2001. Estado actual del conocimiento del modo de acción de las toxinas no selectivas. Revista Mexicana de Fitopatología. 19(2): 237-244

CALLEROS, G.V. 2011. "Manejo Integrado de Bacterias en Tomate". Congreso Internacional del Tomate. México DF., MX. Universidad de Guadalajara, Departamento de producción Agrícola. 73 p.

GUTIÉRREZ, C.; CASTILLO, P.; LAGUNA, T.; MOLINA, M.; PADILLA, D.; ROJAS, A. 2004. Guía MIP en el cultivo de tomate (en línea). Managua. Consultado 24 feb. 2014 Disponible en: http://www.inta.gob.ni/guias_pdf/tomate_mip.pdf.

INFOAGRO.com, 2003. El cultivo del tomate (en línea), Consultado 24 feb 2014 Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>. pdf.

INISAV. Instituto de investigaciones de sanidad vegetal de la Universidad de la Rioja, ES 2010. Plagas y enfermedades en el cultivo de tomate. Consultado 22 mar 2013 Disponible en: <http://www.unirioja.es>

JARAMILLO, J.; RODRÍGUEZ, V.; GUZMÁN, M.; ZAPATA, M.; RENGIFO, T. 2007. Manual técnico: buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas (en línea). Consultado 24 feb 2014 Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s02.pdf>

JONES, J. J.; JONES, R.; STALL.; ZITTER, T. 2001. "Plagas y enfermedades del tomate." Trad. Por Jiménez, M. Madrid, ES. Mundi-Prensa. p. 25-30

McCOLLOCH, P. L. 1972. "Enfermedades de Tomate, Pimientos y Berenjenas para el Mercado", Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América, Washington, D.C., US. 77 p.

MANCHENO, G. A.; TAPIA R. T. "Determinación de la Capacidad Biocida y Fungicida que tiene el Agua Frente a 6 Microorganismos Fitopatógenos Presentes en el Tomate de mesa (*Solanum lycopersicum*, V. Nemmo netta). Cuenca-Ecuador". Tesis. Ing. Agr. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Carrera de Ingeniería Ambiental. 155 p.

MAVUNGANIDZE, M.; MWALE, M.; MUTENJE, T.; CHIKUVIRE, J.; TIGERE, T. A. "Survival of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* in different soil types and moisture regimes" (en línea). Consultado 24 feb 2013 Disponible en: [http:// www.jsd-africa.com/Jsda/Summer_2006/PDF/ARC_SurvivalsPSTSoilMoisture.pdf](http://www.jsd-africa.com/Jsda/Summer_2006/PDF/ARC_SurvivalsPSTSoilMoisture.pdf)

ARMAS, F. M. 2009. "Comportamiento de dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum*, mill) en invernadero en la provincia de Morona Santiago, cantón Pablo VI, Ecuador". Macas, EC. MAG. 35 p.

LÓPEZ, C. N.; CASTAÑO, Z. J. 2011. "Evaluación *in vitro* de la eficacia de bactericidas sobre *pseudomonas* sp. migula, causante de la muerte descendente del tomate de árbol (*Solanum betaceum*(cav.) sendt.)". Caldas, CO. Universidad de Caldas, Facultad de Ciencias Agropecuarias. 11 p.

NUEZ, F. 1999. "El Cultivo de Tomate". Madrid, ES. Mundi-Prensa. p. 15-20

ORELLANA, H. 2011. Microbiología polígrafiado. Quito, EC. UCE, FCA 200 p. (polígrafiado)

JÁCOME, Q. P. 2009. "Estudio de la eficiencia de un microorganismo y un extracto vegetal en la reducción de la población de *Meloidogyne* sp. en tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) cultivado bajo invernadero. Conocoto, Pichincha". Tesis. Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 96 p.

PLAGAS Y ENFERMEDADES del Tomate. Guía de Identificación y Manejo. Suplemento Especial, Marzo 2006. Consultado 24 feb. 2013. Disponible en: http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Tomato_Spanish.pdf

PROYECTO SICA (Servicio de Información y Censo Agropecuario del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador). Base de Datos del III Censo Agropecuario (en línea). Ecuador. Consultado 14 feb 2013. Disponible en la URL: <http://www.sica.gov.ec/censo/index.htm>

RODRÍGUEZ, R. *et al.*, 2001 Cultivo Moderno del Tomate. 2 ed. Madrid ES. Mundi – Prensa. 35 p.

ORNA CH. R. 2009. "Evaluación del efecto de la aplicación de micorrizas en el producción del tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero. Riobamba- Ecuador". Tesis. Ing. Agr. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. 67 p.

SANGUINETI, M. 2003. Nueva variante de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* afectando plantas de tomate en invernadero en la V Región Tesis Ing. Agr. Valparaíso Chile, Universidad Católica de Valparaíso (en línea). Consultado 23 feb 2014 Disponible en: http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20061205/pags/20061205174914.html

DOGLIOTTI, S.; COLNAGO, P.; GALVÁN, G.; ALDABE, L. 2011. Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas: Tomate (*Lycopersicon sculentum*), Papa (*Solanum tuberosum*) y Cebolla (*Allium cepa*). Bases Fisiológicas del crecimiento y desarrollo de los principales cultivos hortícolas. Monte Video, Uruguay: Facultad de Agronomía, Universidad de la República de Uruguay.

SHAAD, N.W. 1988. Laboratory guide for the identification of plant pathogenic bacteria. 2 ed. St. Paul. Minnesota, US. APS PRESS. 157 p.

SOSA-MOSS, C.; PERDOMO, R. F.; BRATHWAITE, C.W.D; SALAZAR, J.J.1997. “Manual de técnicas para el diagnóstico de las enfermedades de las plantas”. San Jose, CR. IICA. 250 p.

SUQUILANDA, M. 2003. Producción orgánica de tomate. En Producción orgánica de hortalizas en sierra norte y central del Ecuador. Quito, EC. PROMSA. 64 p.

GUEVARA, B. T.; ESTRELLA, C. N. 2008. “Determinación y Caracterización de Enfermedades Bacterianas del Tomate Riñón (*Lycopersicon sculentum*), cultivado bajo invernadero en doce áreas de la cordillera central del Ecuador.” Tesis. Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida, Carrera de Ciencias Agropecuarias. – I.A.S.A. 152 p.

TIGRERO, J.; ORTEGA, C. 2002. Cultivo de Tomate Riñón bajo invernadero. Sangolquí, EC. INAGREC. p. 3 – 5; 20 – 25

TRUJILLO, G.; HERNÁNDEZ, M. C. 2000. Semilleros de tabaco afectados por *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* en el estado Cojedes,. Rev. Fac. Agron. 26: 27-38

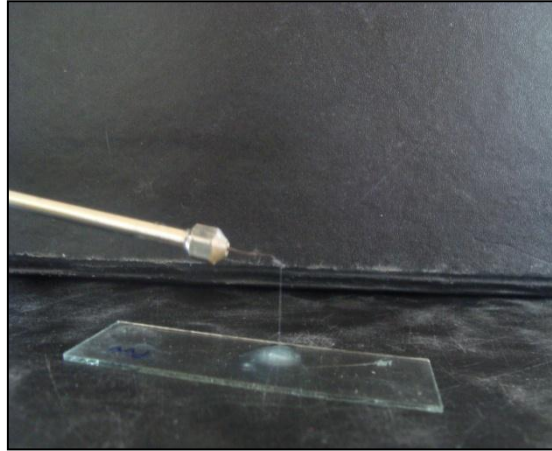
UNDA J. 2006. Respuesta del Tomate riñón (*licopersicon sculentum*) a la aplicación de abonos orgánicos más complementos minerales Tabacundo-Pichincha. Tesis Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador. Facultad de Ciencias Agrícolas. p. 36-37

VARELA, G.; HERNÁNDEZ; TRUJILLO, G. 1999.La pudrición del tallo de la batata (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) causada por *Erwinia chrysanthemum*. Rev. Fac. Agron. 25:29-40

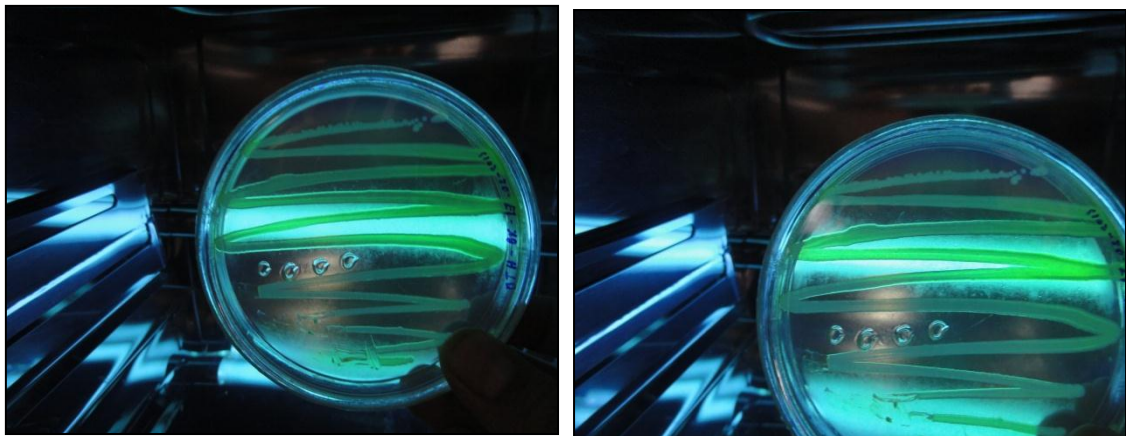
VÁSQUEZ, LAURA. 2011. “Influencia de *Pseudomonas spp*, *Rhizobium etli* y *Azotobacter spp* en tres épocas y a tres dosis para promover el desarrollo del cultivo de fréjol (*Phaseolus vulgaris* L Var. INIAP 430-Portilla). Tumbaco - Pichincha.” Tesis. Ing. Agr. Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 134 p.

9. ANEXOS

Anexo 1. Pruebas bioquímicas y medios de cultivo específicos realizados a la bacteria en estudio (*Pseudomonas spp*).



Bacteria Gram negativa al obtener un resultado positivo con la prueba del KOH

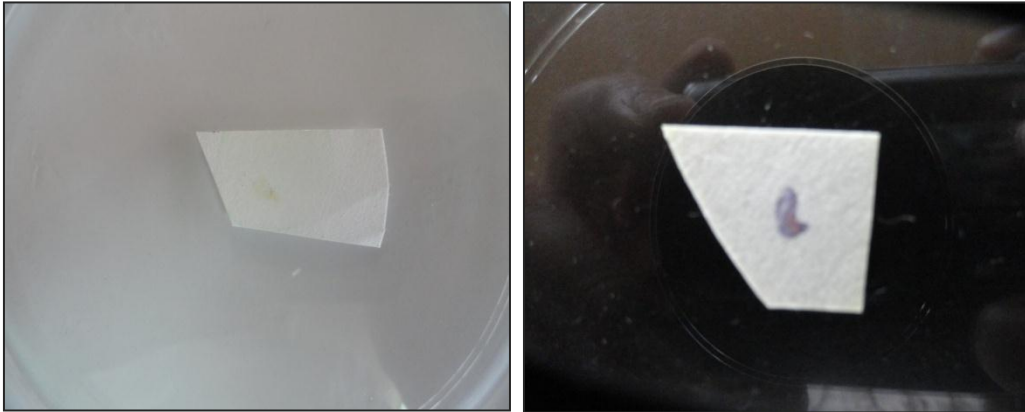


Fluorescencia bajo luz ultra violeta en medio específico agar "B" King.

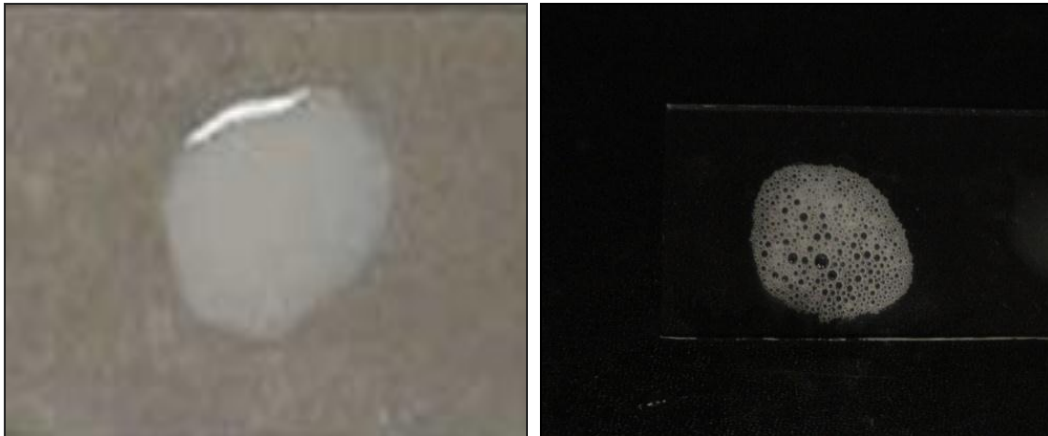


Anaerobiosis negativa al no presentar crecimiento en medio Hugh y leifson (tubo de ensayo Izquierdo).

Continuación anexo 1.



Oxidasa negativa, al no presentar coloración alguna al añadir el reactivo de Kovacs. (Fotografía Izquierda).

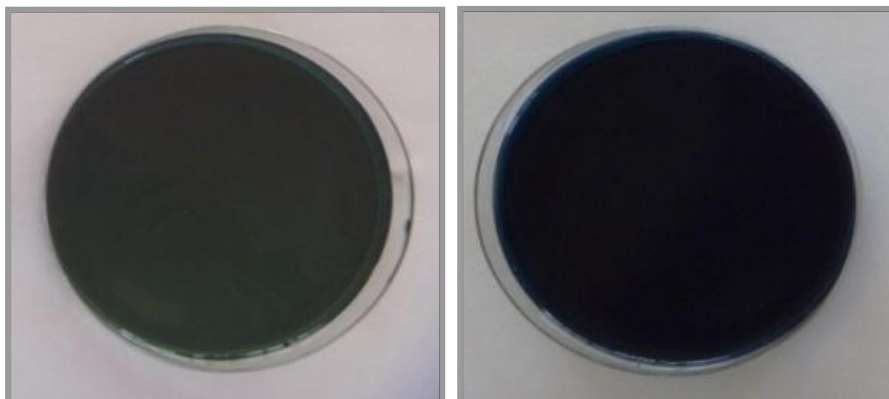


Catalasa negativa, debido a que no se presentó la formación de burbujas de oxígeno al incorporar el peróxido de hidrógeno. (Fotografía Izquierda).

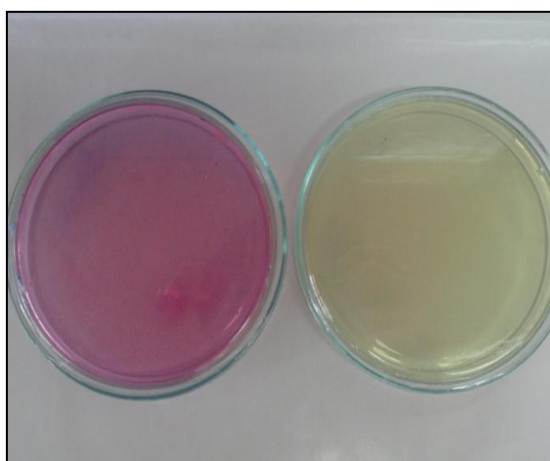


Indol negativo, al no existir un anillo de color fucsia, resultado de degradación metabólica del aminoácido triptófano. (Fotografía Izquierda).

Continuación anexo 1.



Citrato negativo, al no utilizar el citrato como fuente de carbono. (Fotografía Izquierda).



Ureasa negativa, al no existir hidrólisis de la urea, sin ocasionar un aumento en el pH manteniendo el color inicial del medio. (Caja Petri derecha).

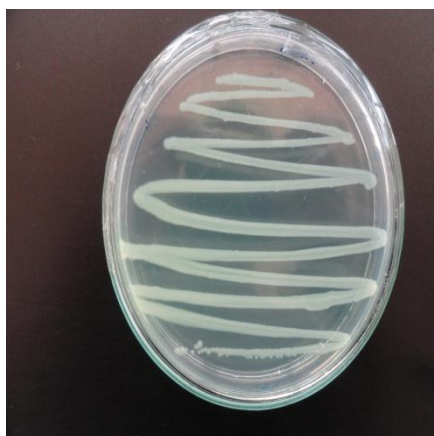


Resultado negativo al observar el crecimiento de colonias color crema en medio YDC.

Anexo 2. Fotografías de los ensayos preliminares realizados a nivel de laboratorio para cumplir los postulados de Koch en la bacteria en estudio (*Pseudomonas* spp).



Materiales para el aislamiento y obtención del inóculo, y maceración de hojas y tallos de tomate de mesa con los síntomas de la bacteria en estudio.

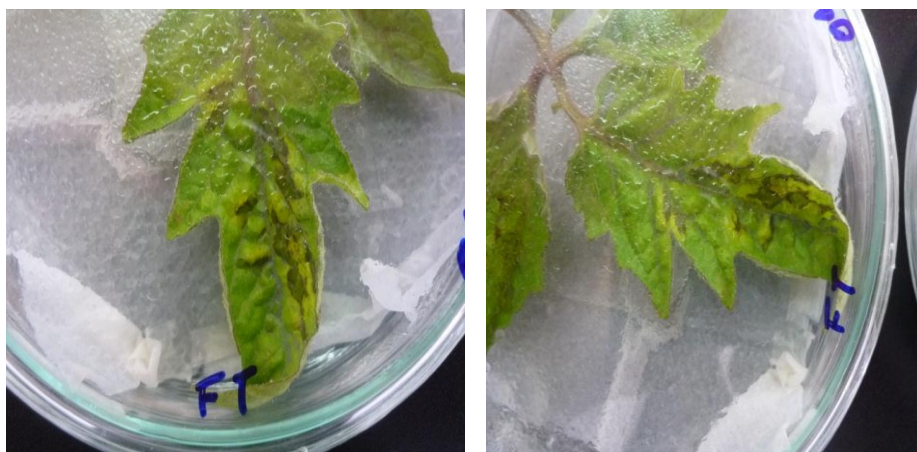


Bacteria purificada para ser utilizada como inóculo en tallos sanos de tomate de mesa.



Tallos de tomate de mesa con manchas características del ataque de (*Pseudomonas* spp) después de ser inoculadas con la bacteria purificada anteriormente.

Continuación anexo 2.



Hojas de tomate de mesa con manchas características del ataque de (*Pseudomonas* spp) después de ser inoculadas con la bacteria purificada anteriormente.

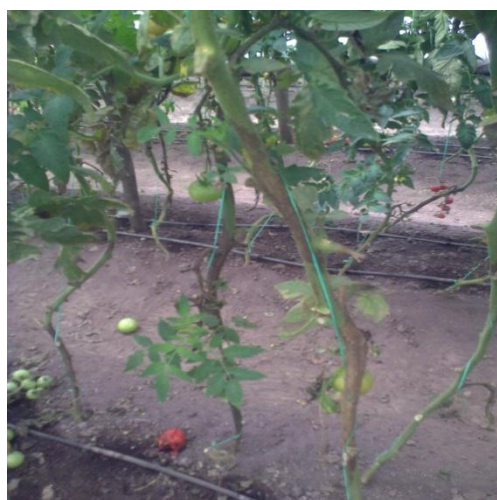
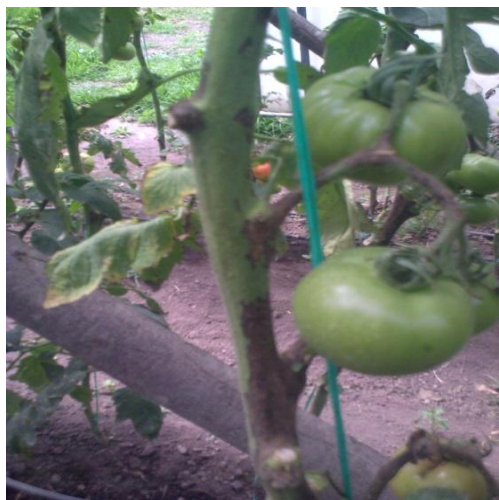


Hoja de tomate de mesa frotada con un hisopo con agua destilada esterilizada y carborundum para servir como testigo frente a las hojas inoculadas con la bacteria.



Aislamientos de la bacteria en estudio en medio TZC, obtenida de las hojas que fueron inoculadas anteriormente con la bacteria purificada por primera vez.

Anexo 3. Fotografías de plantas de tomates de mesa con manchas características de la enfermedad bacteriana en estudio localizadas en los invernaderos de horticultura del CADET.



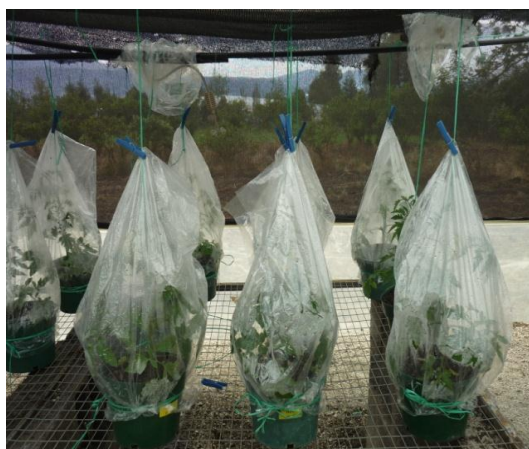
Anexo 4. Fotografías del ensayo preliminar realizado en el invernadero de Fitopatología del CADET, para obtener las condiciones ambientales ideales para el desarrollo de la bacteria en estudio.



Colocacion de saran para disminuir la temperatura interna del invernadero.



Utilizacion de micro aspersores para disminuir la temperatura y aumentar la humedad del invernadero.

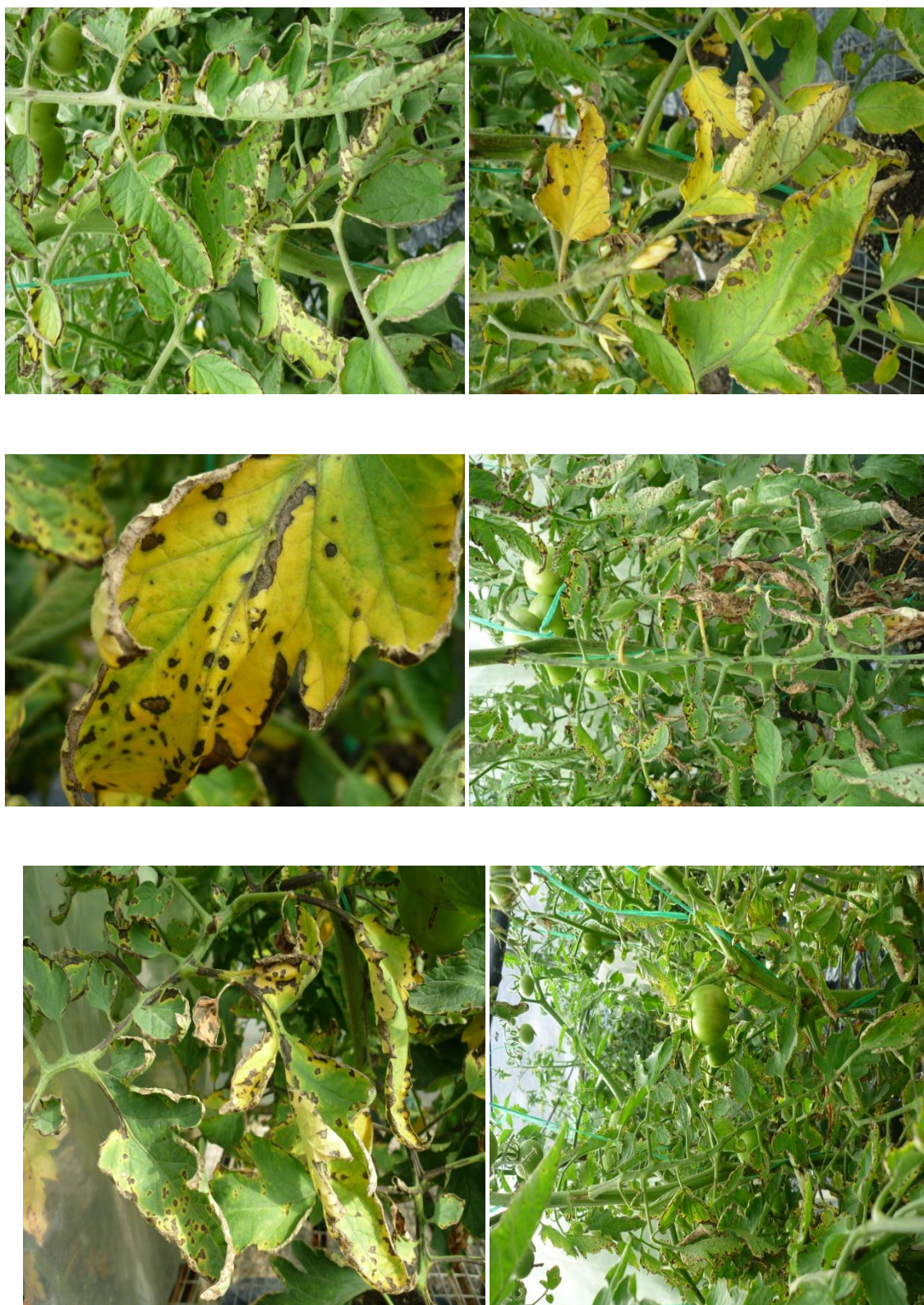


Colocación de fundas plásticas sobre las plantas para crear un microclima ideal para el desarrollo de la bacteria.

Anexo 5. Fotografías de los síntomas de la bacteria *Pseudomonas spp* en su etapa inicial en los tallos de tomate de mesa después de ser inoculados en forma artificial en el invernadero de fitopatología del CADET.



Anexo 6. Fotografías de los síntomas ocasionados por *Pseudomonas* spp en las hojas de las plantas de tomate de mesa después de ser inoculados en forma artificial en el invernadero de fitopatología del CADET.



Anexo 7. Fotografías de los síntomas ocasionados por *Pseudomonas* spp en los frutos de las plantas de tomate de mesa después de ser inoculados en forma artificial en el invernadero de fitopatología del CADET.



Anexo 8. Fotografías con las diversas expresiones en las cuales se observaron los síntomas ocasionados por *Pseudomonas* spp en las plantas de tomate de mesa después de ser inoculadas artificialmente en el invernadero de Fitopatología del CADET.

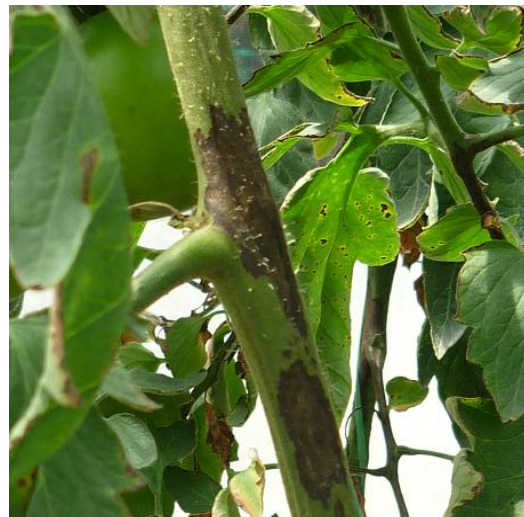






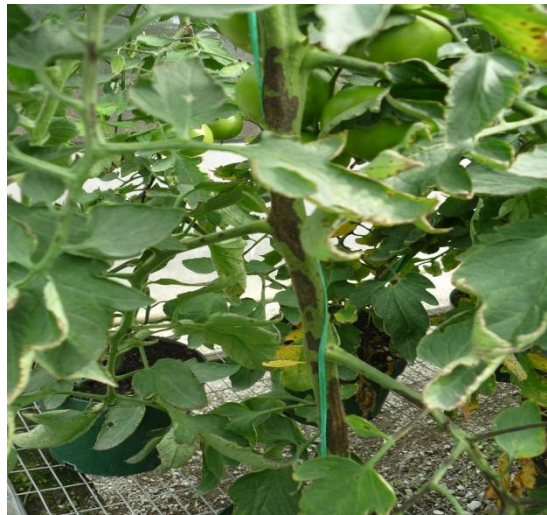
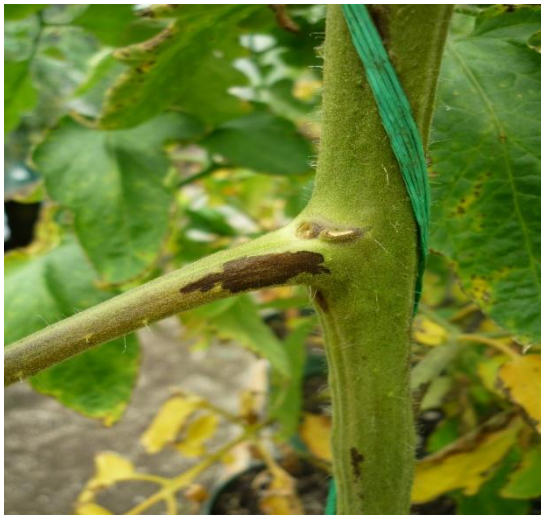
Continuación del anexo 8.





Continuación anexo 8.





Anexo 9. Fotografías del ensayo para la fase de caracterización de la enfermedad ocasionada por la bacteria *Pseudomonas spp* en el cultivo de tomate de mesa.



Plantas inoculadas al mes de trasplante



Plantas Testigo



Plantas inoculadas a los dos meses de trasplante



Plantas Testigo



Plantas inoculadas a los tres meses de trasplante



Plantas Testigo

Continuación anexo 9.



Plantas inoculadas al mes del trasplante



Plantas inoculadas a los dos meses del trasplante

Continuación anexo 9.



Plantas inoculadas a los tres meses del trasplante



Testigos sin Inocular

Anexo 10. Fotografías de la fase de control del agente causal de la enfermedad mancha negra del tallo ocasionada por *Pseudomonas* spp en el cultivo de tomate de mesa en el invernadero de fitopatología del CADET.



Macetas con tierra esterilizada para el trasplante; Sistema de riego para proporcionar las condiciones de humedad y temperatura óptimas para el desarrollo de la bacteria.



Plantas de tomate de mesa en insuperables condiciones y libres de enfermedades para la realización del ensayo.

Anexo 11. Fotografías de los tratamientos controlados a base de Complejos pirrolnitricos + células vivas.

Antes de ser inoculadas.



Después de ser inoculadas.



Anexo 12. Fotografías de los tratamientos controlados a base Complejos enzimáticos bacterianos + células vivas.

Antes de ser inoculadas.



Anexo 13. Fotografías de los tratamientos controlados a base de Ácido Oxolínico al 20 %.

Antes de ser inoculadas.



Anexo 14. Fotografías de los tratamientos controlados a base Sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina.

Antes de ser inoculadas.



Anexo 15. Fotografías de los tratamientos controlados a base Hidróxido de cobre + mancozeb.

Antes de ser inoculadas.



Anexo 16. Fotografías de los tratamientos controlados a base de PS9.

Antes de ser inoculadas.



Anexo 17. Fotografías de los tratamientos Testigo más Inóculo; Testigo Absoluto.

Antes de ser inoculadas.



Después de ser inoculadas.



Anexo 18. Fotografías de la ubicación de los tratamientos en el Invernadero de Fitopatología del CADET.



